



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

CONDIÇÃO CORPORAL COMO MEDIDA INDIRECTA PARA AVALIAR A FERTILIDADE
DE VACAS LEITEIRAS MANTIDAS EM REGIME SEMI-EXTENSIVO NA IRLANDA

ANA CATARINA DOS REIS MEDEIROS

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Doutor Rui José Branquinho Bessa

Doutor George Thomas Stilwell

Doutor Michael Liam Doherty

ORIENTADOR

Doutor Michael Liam Doherty

CO-ORIENTADOR

Doutor George Thomas Stilwell

2011

LISBOA



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

CONDIÇÃO CORPORAL COMO MEDIDA INDIRECTA PARA AVALIAR A FERTILIDADE
DE VACAS LEITEIRAS MANTIDAS EM REGIME SEMI-EXTENSIVO NA IRLANDA

ANA CATARINA DOS REIS MEDEIROS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor Mário Alexandre Gonçalves Quaresma

Doutor Rui José Branquinho Bessa

Doutor George Thomas Stilwell

Doutor Michael Liam Doherty

ORIENTADOR

Doutor Michael Liam Doherty

CO-ORIENTADOR

Doutor George Thomas Stilwell

2011

LISBOA

À minha mãe

Agradecimentos

Aos meus pais, por nunca terem deixado de acreditar em mim. Em especial à minha mãe, por todas as horas que passou a rezar para eu acabar este curso.

Às minhas irmãs, Helena e Vera, sobrinha e cunhados, por sofrerem as minhas crises de mau humor pré-tese.

À minha irmã Carla, por ser quase uma mãe durante estes quatro anos que vivemos juntas em Lisboa.

Ao Doutor Michael Doherty e Tim Geraghty, por me terem recebido na Irlanda e pelos conhecimentos transmitidos durante o estágio.

Ao Professor George Stilwell, por me ter proporcionado este estágio e pelo apoio e orientação durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Telmo Nunes, por estar sempre disponível para ajudar os alunos e pela preciosa ajuda na elaboração da análise estatística.

À FLA e restantes colegas que me acompanharam nestes 6 anos de curso, ao João Azevedo e à Nádia Cufos.

À Tixa, pelo apoio e amizade, pelos meses que passamos na Irlanda, mas em especial pelo ano de 2008.

Ao Bruno e à Filipa, por estarem presentes quando eu mais precisei.

Resumo

Condição corporal como medida indirecta para avaliar a fertilidade de vacas leiteiras mantidas em regime semi-extensivo na Irlanda

A classificação da condição corporal (CCC; escala de 1 a 5) é um método subjectivo de avaliar a energia armazenada nas reservas corporais das vacas leiteiras, em qualquer fase do seu ciclo de produção. As mudanças dinâmicas da condição corporal no período pós-parto dão-nos indicações do balanço energético no início da lactação, estando a extensão do balanço energético negativo (BEN) associada a alterações reprodutivas.

Este estudo foi efectuado em 4 explorações na Irlanda, perfazendo um total de 284 vacas, em regime de produção semi-extensivo e com sistemas reprodutivos sazonais, correspondendo a uma época reprodutiva na Primavera. Foi avaliada a condição corporal na altura do parto ($n=234$) e a perda máxima de condição corporal semanalmente após o parto ($n=230$), sendo estas, posteriormente, relacionadas com a performance reprodutiva dos animais na época reprodutiva seguinte.

Foi possível relacionar estatisticamente ($p<0,05$) a condição corporal no parto com a performance reprodutiva dos animais em estudo, nomeadamente com o intervalo parto - 1º serviço ($p<0,01$), com o intervalo parto – concepção ($p=0,02$) e com a percentagem de animais gestantes ($p=0,02$), tendo apresentado os melhores resultados para estes parâmetros, os animais com condição corporal entre 3,25 e 3,5.

A perda de condição corporal no pós-parto não se relacionou com a fertilidade futura, mas foi possível relacionar a elevada perda de condição corporal (CCC pós-parto $> 0,5$) com a condição corporal no parto ($p<0,01$), com o número de lactações ($p<0,01$) e com a produção leiteira ($p<0,01$). Utilizando estas três variáveis, foi possível calcular por regressão logística binomial a probabilidade de um animal vir a ter elevada perda de condição corporal após o parto, por intermédio de um teste com uma sensibilidade de 76% e uma especificidade de 86,5%.

A monitorização da condição corporal é uma ferramenta útil para assegurar um rápido retorno à ciclicidade, contudo, a condição corporal ideal na altura do parto é ainda difícil de estabelecer, pois esta não é o único factor com influência na fertilidade. Apesar de neste estudo, a perda de condição no período pós-parto, não poder ser directamente relacionada com a performance reprodutiva, os efeitos adversos para a saúde e bem estar dos animais, são por si só, uma boa razão para evitar e diminuir ao máximo o BEN no pós-parto precoce.

Palavras chave: Classificação da condição corporal, pós-parto, balanço energético negativo, fertilidade, performance reprodutiva

Abstract

Body condition as an indirect measure to evaluate fertility of dairy cattle kept in a semi-extensive production system in Ireland

Body condition score (BCS; scale 1 to 5) is a subjective method of assessing, in dairy cattle, the amount of energy stored in their body reserves, in any stage of their production cycle. Dynamic changes in body condition in the post-partum period indicates energy balance status in the beginning of lactation, being the severity of negative energy balance (NEB) related to reproductive changes.

This study was conducted in 4 farms in Ireland, with a total of 284 cows, using semi-extensive production system and having seasonal spring breeding programs. Body condition at calving (n=234) and their weekly BCS loss in the post-partum period (n=230) were evaluated, being this afterwards related with their reproductive performance in the next spring breeding program.

It was viable to statistically relate ($p<0.05$) the body condition at calving to the reproductive performance of the animals in study, more precisely to the first service interval ($p<0.01$), calving to conception interval ($p=0.02$) and to pregnancy percentage ($p=0.02$), in which the animals with a BCS between 3.25 and 3.5 showed the best results for these reproductive parameters.

The body condition loss after calving showed no statistical significance with future fertility, but it was possible to establish a relationship between the body condition “high loss” (BCS loss >0.5) with the body condition score at calving ($p<0.01$), lactation number ($p<0.01$) and milk yield ($p<0.01$). Having these three variables it was possible to calculate the probability of an animal have “high loss” after calving, using a binomial logistic regression model which is a test that provides a sensibility of 76% and a specificity of 86,5%.

Monitoring of body condition is an efficient tool to ensure a faster return to cyclicity after calving. However the ideal body condition at calving is still hard to establish, because there are many other factors which influence the fertility. Despite body condition loss after calving had no significance to reproductive performance in this study, the adverse effects on animals' health and welfare are by themselves a good reason to avoid and decrease NEB in early post-partum period.

Key words: Body condition score, post-partum, negative energy balance, fertility, reproductive performance.

Índice geral

Resumo	iv
Abstract	v
Índice de figuras	viii
Índice de tabelas	ix
Lista de abreviaturas	x
1. Introdução	1
2. Relatório de estágio	2
2.1 Descrição dos locais de estágio	2
2.2 Actividades realizadas	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Gestão reprodutiva em vacas leiteiras	5
3.1.1 Ciclo éstrico e controlo hormonal	5
3.1.2 Retorno à ciclicidade e desenvolvimento folicular	8
3.1.3 Detecção do estro	10
3.1.4 Principais parâmetros reprodutivos	12
3.2 Balanço Energético no pós-parto da vaca leiteira	14
3.2.1 Necessidades energéticas da vaca leiteira	14
3.2.2 Mobilização e metabolismo da gordura	16
3.2.3 Avaliação do balanço energético negativo	18
3.2.4 Condição corporal	19
3.2.4.1 Classificação da condição corporal	19
3.2.4.2 Condição corporal ideal	20
3.2.4.3 Variação da condição corporal durante a lactação	21
3.2.5 Relação entre balanço energético negativo e condição corporal e a fertilidade ..	22
3.2.5.1 Efeitos do balanço energético negativo sobre o retorno à ciclicidade	23
3.2.5.2 Efeito do balanço energético negativo na qualidade dos oócitos	26
3.2.5.3 Influência da condição corporal no parto sobre a fertilidade	27
3.2.5.4 Influência da perda de condição corporal na fertilidade	28
3.2.5.5 Outros factores que influenciam a reprodução	29
3.3 Nutrição no peri-parto da vaca leiteira	30
3.3.1 Período de transição	30
3.3.2 Estratégias para evitar o balanço energético negativo e melhorar a performance reprodutiva	31
4. CASO DE ESTUDO	35
4.1 Objectivo	35
4.2 Amostra	35
4.3 Material e métodos	36
4.3.1 Caracterização das explorações	36
4.3.2 Tratamento de dados	37
4.3.3 Parâmetros avaliados no estudo	37
4.4 Resultados	38
4.4.1 Parâmetros reprodutivos por exploração	38

4.4.2	Análise estatística	41
4.4.2.1	Parâmetros reprodutivos para a condição corporal no parto	41
4.4.2.2	Parâmetros reprodutivos por perda de condição corporal pós-parto	43
4.5	Discussão dos resultados	47
4.5.1	Fertilidade por exploração	47
4.5.2	Efeito da condição corporal no parto sobre a performance reprodutiva	48
4.5.3	Efeito da perda de condição corporal na performance reprodutiva	49
4.6	Conclusão.....	52
5.	BIBLIOGRAFIA.....	54
6.	ANEXOS	64

Índice de figuras

Figura 1: Variações ovárias e hormonais no ciclo éstrico da vaca.....	7
Figura 2: Relação entre produção leiteira, apetite e condição corporal na vaca leiteira pós-parto	15
Figura 3: Outras hormonas envolvidas no metabolismo das gorduras	16
Figura 4: Esquema representativo do metabolismo dos lípidos em vacas leiteiras	17
Figura 5: Classificação da Condição Corporal ou <i>Body Condition Score</i> (escala de 1 a 5) de vacas leiteiras	20
Figura 6: Variação da condição corporal durante a lactação.....	22
Figura 7: Balanço energético e 1ª ovulação pós-parto em vacas leiteira.....	24
Figura 8: Perda de CCC nos primeiros 30 dias de lactação e intervalo até a primeira ovulação pós-parto	28
Figura 9: Média de dias desde o parto até ao 1º serviço nos diferentes níveis de condição corporal no parto.....	42
Figura 10: Média de dias desde o parto até à concepção nos diferentes níveis de condição corporal no parto.....	42
Figura 11: Média da condição corporal no parto nas vacas gestantes e nas não gestantes	43
Figura 12: Variação na condição corporal nos grupos de perda de condição corporal pós-parto	44
Figura 13: Média do número de lactações por grupos de perda de condição corporal pós-parto	44
Figura 14: Média da produção leiteira nos grupos de perda de condição corporal pós-parto	45
Figura 15: Média de dias desde o parto até ao 1º serviço nos grupos de perda de condição corporal pós-parto.....	45
Figura 16: Média de dias desde o parto até à concepção nos grupos de perda de condição corporal pós-parto.....	46
Figura 17: Modelo de regressão logística binomial para a probabilidade da perda de condição corporal pós-parto ser alta	46

Índice de tabelas

Tabela 1: Actividades realizadas durante o estágio curricular	3
Tabela 2: Alterações fisiológicas da fase folicular e da fase lútea	6
Tabela 3: Parâmetros de fertilidade pretendidos em vacas leiteiras em regime intensivo ...	14
Tabela 4: Parâmetros de fertilidade pretendidos em vacas leiteiras com partos sazonais ...	14
Tabela 5: Condição corporal desejada nas várias etapas do ciclo de produção das vacas leiteiras	21
Tabela 6: Relação entre a perda de condição corporal nas primeiras 5 semanas pós-parto e a performance reprodutiva	29
Tabela 7: Dados das explorações que integram o estudo	36
Tabela 8: Principais parâmetros reprodutivos obtidos nas explorações	38
Tabela 9: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração A.....	39
Tabela 10: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração B	39
Tabela 11: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração C.....	40
Tabela 12: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração D.....	40
Tabela 13: Resultados obtidos para a condição corporal no parto	41
Tabela 14: Resultados obtidos para a perda de condição corporal após o parto	43
Tabela 15: Valores das variáveis no modelo de regressão logística binomial para a probabilidade da perda de condição corporal pós-parto ser alta	46

Lista de abreviaturas

AC: acetona
ACAC: acetoacetato
BCS: *body condition score*
 β HB: β -hidroxibutirato
BVD: diarreia viral bovina
CCC: classificação da condição corporal
CL: corpo lúteo
DAD: Deslocamento do abomaso à direita
DAE: deslocamento do abomaso à esquerda
DEL: dias em leite
E₂: estrogénio
FSH: hormona folículo-estimulante
GnRH: hormona libertadora das gonatrofinas
IA: inseminação artificial
IBR: rinotraqueíte infecciosa bovina
IEP: intervalo entre partos
IFN- τ : *interferon tau*
IGF-I: factor de crescimento da insulina I
IGF-II: factor de crescimento da insulina II
IMS: Ingestão de matéria seca
IP1ºS: intervalo parto – 1º serviço
IPC: intervalo parto – concepção
LH: hormona luteínica
MS: matéria seca
NEFA: ácidos gordos não esterificados
P₄: progesterona
PAG: percentagem de animais gestantes
PG: propilenoglicol
PGF_{2 α} : prostaglandina F_{2 α}
PP: pós-parto
PVE: período voluntário de espera
RDP: proteína degradável no rúmen
RUP: proteína não degradada no rúmen
TC: taxa de concepção
TS: taxa de submissão
UCD: *University College of Dublin*
VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade

1. Introdução

Desde os anos 50, que o melhoramento genético se focou essencialmente na procura de animais com potencial para maiores produções leiteiras, o que originou mais leite por vaca; aumento da população da raça *Holstein-Frísia*; maior número de animais por exploração e redução na fertilidade (Wathes, Bourne, Brickell, Swali & Taylor, 2005).

O decréscimo na fertilidade das vacas leiteiras tem sido relacionado com a elevada produção leiteira (Gutierrez, Aguilera, Leon, Rodríguez, & Hernández-Cerón, 2005). Contudo, a associação entre a “holsteinização” e o declínio na fertilidade não está ainda totalmente esclarecida, embora seja aceite que a produção de leite é antagonista da fertilidade (Swalve, 2008).

Na Irlanda 95% do crescimento total da pastagem ocorre entre os meses de Março a Outubro, o que resulta num sistema sazonal de produção de leite com a maioria dos partos a decorrerem entre Fevereiro e Abril (Buckley, Dillon, Rath & Veerkamp, 2000). O declínio na fertilidade das explorações leiteiras não é excepção, de facto entre 1991 e 1998, a taxa de concepção decresceu de 60% para 54%; o intervalo entre partos aumentou de 386 para 396 dias; e a prevalência de ciclos anormais aumentou de 13% para 26% em todas as explorações (Beever, 2006). As várias formas com que a ineficiência reprodutiva se manifesta incluem: diminuição da expressão do estro; aumento do diâmetro do folículo ovulatório e redução da fertilidade quando as vacas são inseminadas em estro; aumento da incidência da dupla ovulação e gestações gemelares; e perdas embrionárias (Wiltbank et al., 2010).

Os eventos que ocorrem no periparto podem ter impacto na eficiência reprodutiva, sendo este período influenciado em grande parte pelo manejo e pelas práticas nutricionais adoptadas (Walsh, Williams & Evans, 2011). O início da lactação provoca um aumento substancial das necessidades energéticas para permitir o progresso diário na produção de leite, o que resulta na mobilização de reservas corporais e a períodos de balanço energético negativo (BEN) que podem originar alterações endócrinas, metabólicas, fisiológicas e reprodutivas (Grummer, 2008; Roche et al., 2009; Mulligan & Doherty, 2008). A classificação da condição corporal (CCC) é uma medida internacionalmente aceite para avaliar subjectiva, táctil e visualmente o estado nutricional das vacas leiteiras e as variações no balanço energético, através das mudanças de condição corporal (Walsh et al., 2011).

Em vacas leiteiras, o grau de perda de CCC no pós-parto (PP) está relacionado com a extensão do BEN, e este pode estar associado a menor performance reprodutiva (Ferguson, Azarro & Licitra, 2006), nomeadamente com o atraso na primeira ovulação pós-parto, com o aumento do intervalo desde o parto até à concepção, a menores taxas de concepção ao 1º serviço e com taxas de gravidez reduzidas (Roche et al., 2009).

Neste estudo, tanto a condição corporal no parto como a perda de condição corporal após o parto, são utilizadas para avaliar a influência da condição corporal na performance reprodutiva.

2. Relatório de estágio

2.1 Descrição dos locais de estágio

Cerca de dois terços do território da Irlanda corresponde a explorações agro-pecuárias, com a produção de leite e de carne bovina a constituir 70% da produção agrícola total (Dowling, 2008).

A maioria dos produtores de leite utiliza o sistema sazonal, com partos na época da primavera e com as vacas a parirem, maioritariamente, entre os meses de Fevereiro e Março, sendo secas em Novembro (Dillon, 2008). Desta forma, a Irlanda tem um padrão sazonal de fornecimento de leite (O'dwyer, 2010). Este sistema é baseado no uso de pastagem, sendo suplementado com concentrado e silagem sempre que se considere necessário (Dillon, 2008).

A raça mais popular nas explorações leiteiras é a *Holstein-Frísia* (95% da população leiteira), enquanto que para a produção de carne existe preferência para as raças *Limousin*, *Angus* e *Charolais* (ICBF, 2007).

O meu estágio curricular foi realizado na Irlanda e mais concretamente na *University College Dublin* (UCD), onde durante quatro meses (Outubro a Janeiro) acompanhei os médicos veterinários do hospital de grande animais e participei em vários dos procedimentos efectuados aos animais internados, sobretudo na espécie bovina e suína. Os casos mais interessantes que tive a oportunidade de seguir encontram-se representados na Tabela 1.. Este hospital tinha ao seu dispor uma área de internamento, estábulos, salas de cirurgia e imagiologia e laboratórios de parasitologia e hematologia. Tive ainda a oportunidade de auxiliar em diversas visitas a explorações, sobretudo em regime de produção semi-extensivo, a que a faculdade prestava assistência.

Colaborei em projectos de *herd health management*, nomeadamente na área da reprodução, através do qual obtive os dados para elaborar a minha dissertação de mestrado. Para obter maior conhecimento sobre os sistemas agro-pecuários estabelecidos na Irlanda, fui a diversas reuniões da entidade Teagasc (*The Irish Agriculture and Food Development Authority*), cujo objectivo principal é inovar o sector da agro-pecuária e criar sistemas de informação tanto para médicos veterinários, como para produtores.

Por último, tive a oportunidade de auxiliar durante uma semana os médicos veterinários da clínica *Riverview Veterinary Group*, em Cork, onde acompanhei consultas a espécies pecuárias e a animais de companhia, e tive a oportunidade de observar vários procedimentos laboratoriais na área de parasitologia e de transferência de embriões.

2.2 Actividades realizadas

Tabela 1: Actividades realizadas durante o estágio curricular

BOVINOS	
Reprodução, obstetrícia e uro-genital	Cirurgias
Colocações de dispositivos intravaginais	DAD e volvo abomasal
Diagnóstico de gestação por palpação rectal e ecografia	DAE (piloropéxia e omentopéxia)
Endometrite	Dilatação do ceco
Feto mumificado	Enucleação do globo ocular
Indução do parto	Fractura do fémur
Massas uterinas	Hérnia umbilical
Orquites	Hiperflexão congénita dos tendões (carpo)
Pielonefrite em vaca adulta	Invaginação do intestino
Retenção placentária	Ruminopéxia
	Sutura de Buhner- prolapso vaginal
	Úlcera do abomaso com peritonite
Locomotor e musculo-esquelético	Metabólica ou nutricionais
Corte de úngulas	Hipomagnesiémia
Lesão do nervo ciático	Cetose
Lacerações nos membro	
Infecciosas e parasitária	Outras
BVD	
IBR	Drenagem de abscesso mandibular
Vitelo com edema da epiglote (suspeita de IBR)	Corpo estranho
Aparelho respiratório	Aparelho digestivo
Pneumonia por <i>Dyctiocaulus viviparus</i>	Anorexia
Pneumonias em vitelos	<i>Ruminal drinker</i>
Pneumonias em vacas	Timpanismo
	Diarreia em vitelos
	Diarreias causadas por <i>Fasciola hepática</i>
	<i>Paraphistomum spp</i> e <i>Oestartagia oestartagi</i>
Glândula mamária	Dermatologia
Mamites	Dermatofitíase

Tabela 1 (continuação)

Profilaxia	Técnicas
Vacinações Desparasitações Tuberculinizações	Transfusões sanguíneas Epidurais Lavagens bronco-alveolares Recolha de sangue para análise Recolha de fezes para análise Cateterização urinária Laboratorial: hematócrito e proteína total
PORCOS	
Dermatite por <i>Staphylococcus hyicus</i> Meningite	
OVINOS	
Diagnóstico de gestação por ecografia	
CÃES	
Vacinações Fecaloma	
GATOS	
Vacinações Castração Ovariohisterectomia	

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gestão reprodutiva em vacas leiteiras

3.1.1 Ciclo éstrico e controlo hormonal

Em condições normais, as vacas são animais com um ciclo poliéstrico contínuo, que se inicia por volta dos 10 meses de idade, que é a idade em que, geralmente, atingem a puberdade. Contudo a idade da puberdade depende do tamanho corporal dos animais e da altura do ano em que nasceram, e são estes factores que podem antecipar (a partir dos 7 meses de idade) ou retardar (aos 18 meses de idade) o início da actividade reprodutora (Noakes, Parkinson & England, 2001).

O ciclo éstrico (Figura 1) tem a duração média de 21 dias, mas pode variar entre 18 a 24 dias e é constituído por uma fase lútea (14 a 18 dias) e uma fase folicular (4 a 6 dias) (Forde et al., 2011). O estro ou “cio” é considerado o dia zero do ciclo e é de duração relativamente curta, pois normalmente persiste durante 18 horas, mas existem variações que vão desde as 4 até às 24 horas (Ptaszynska & Molina, 2007).

Durante o ciclo, há duas ou três ondas de crescimento folicular, com selecção de um folículo dominante e posterior atresia ou ovulação do mesmo (Forde et al., 2011). A ovulação ocorre por norma, cerca de 30 horas após o início do estro, o que corresponde a 12 horas após o final dos sinais de estro (Ptaszynska & Molina, 2007) e a fertilidade é máxima quando a inseminação artificial (IA) ocorre 13 a 18 horas antes da ovulação (Hopkins, 2003).

A fase folicular (pró-estro e estro) é o período seguinte à regressão do corpo lúteo (CL) e é nesta fase que o folículo dominante sofre a maturação final (Forde et al., 2011). Enquanto que a fase lútea (metaestro e diestro) é o período mais longo do ciclo éstrico, pois compreende cerca de 80% do ciclo, desde a ovulação até à regressão do CL (Forde et al., 2011). Para além das características já referidas, as alterações fisiológicas e comportamentais mais importantes, presentes na fase folicular e na fase lútea, encontram-se sumarizadas na Tabela 2,

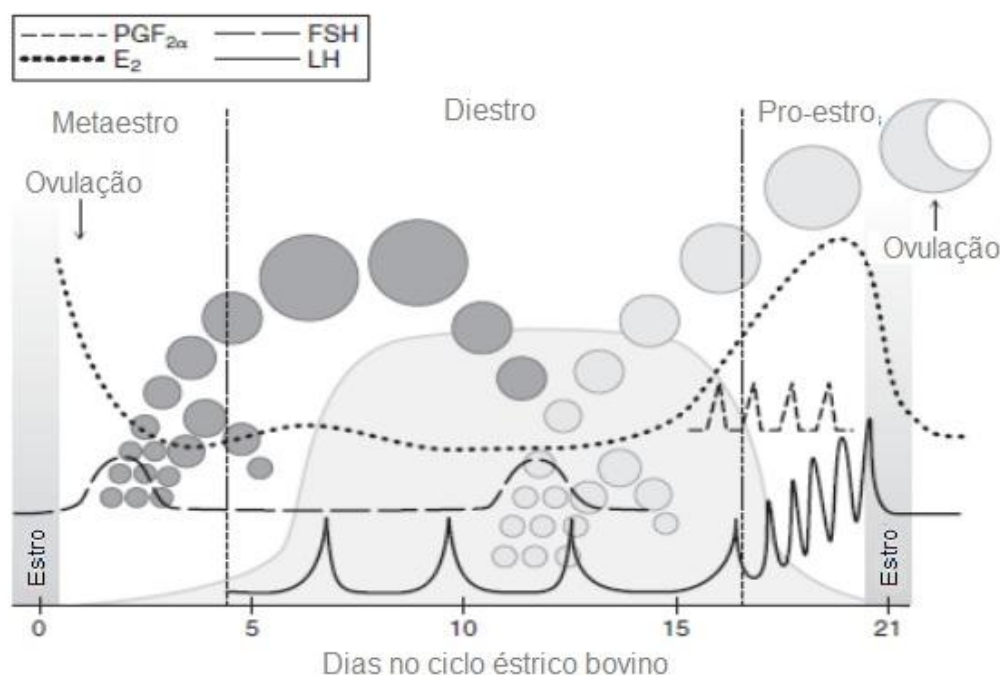
Após a gestação, que varia entre 279 a 290 dias, surge em todas as vacas a condição de anestro fisiológico (Ptaszynska & Molina, 2007). Os sinais característicos de anestro são ovários pequenos, ausência de um CL e actividade folicular mínima. Quando a vaca está em anestro o cérvix encontra-se fechado, com a mucosa vaginal pálida e as secreções do tracto reprodutivo reduzidas (Wiltbank, Gümen & Sartori, 2002). Os principais factores que afectam a duração do anestro são as reservas corporais, a raça, a idade, o número de lactações, o nível de produção leiteira, a estação do ano (fotoperíodo), a involução uterina e dificuldade do parto, a duração da amamentação (nas vacas de carne) e o estado de saúde geral (Ball & Peters, 2004b; Crowe, 2008; Montiel & Ahuja, 2005). Para além do anestro fisiológico já referido, a condição de anestro pode ainda ocorrer, de acordo com Peter, Levine, Drost & Bergfelt (2009), nas seguintes situações:

- Ovários inactivos (desenvolvimento folicular mínimo, anovulação e sem CL);
- Ovulação silenciosa (sem sinais de estro);
- Hipofuncionamento ovário (persistência do folículo dominante);
- Ovários quísticos (quisto folicular ou luteínico);
- CL persistente (falta de regressão lútea).

Tabela 2: Alterações fisiológicas da fase folicular e da fase lútea (adaptado de Noakes et al., 2001)

Fase do ciclo	
Pro-estro	2 a 3 dias; Precede o estro; Crescimento folicular; Útero aumenta ligeiramente; Endométrio congestionado e edematoso; Mucosa vaginal hiperémica.
Estro	18-19 horas (2-30 horas); Aceita a monta; Cérvix relaxado; Epitélio vaginal e endométrio hiperémico e congestionados; Ovulação 12-15 horas após o fim dos sinais de estro; Crescimento folicular sem CL; Estrogénio é a hormona predominante.
Metaestro	4 a 5 dias; Sucede o estro; Células da granulosa dão origem a células luteínicas; Redução das secreções do tracto reprodutivo.
Diestro	12 a 14 dias; CL presente; Cérvix fechado; Epitélio vaginal pálido; Secreções do tracto vaginal tornam-se escassas; Progesterona é a hormona predominante.

Figura 1: Variações ováricas e hormonais no ciclo éstrico da vaca (adaptado de Hafez & Hafez, 2007)



O ciclo reprodutivo é controlado pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovário (Noakes et al., 2001). Este inicia-se com a produção da hormona libertadora de gonadotrofinas (GnRH) pelo hipotálamo, que por sua vez, causa a libertação da hormona folículo-estimulante (FSH) da adenohipófise (Lucy, 2005). Esta hormona é responsável pelo crescimento folicular e pela formação de um folículo dominante, que vai produzir inibina e causar assim a atresia dos restantes folículos antrais (Ball & Peters, 2004a).

A insulina regula a produção de estrogénio (E_2) pela teca interna e camadas granulosas do folículo. O E_2 tem três funções: inicia o comportamento de estro; prepara o tracto reproductivo para o processo associado à fertilização e inicia o pico ovulatório da hormona luteinizante (LH) (Ball & Peters, 2004a).

Sabe-se que a ovulação ocorre algumas horas após o fim do estro (12 a 15 horas) (Bernard, Valet, Bland & Lambert, 1984). Após a ovulação, as células que permaneceram no folículo rupturado proliferam e diferenciam-se por acção do pico de LH, para formar o CL, que passa a dominar o ciclo desde o dia 4 até próximo do dia 17, e a produzir progesterona (P_4) que se torna a hormona predominante nesta fase (Ball & Peters, 2004a). Segundo os mesmos autores, a concentração desta hormona começa a aumentar a partir do dia 4 do ciclo, chegando ao seu máximo perto do dia 8 e permanece alta até ao dia 17. A principal função da P_4 durante a fase lútea é preparar o útero para receber o possível embrião.

Na vaca não gestante, a luteólise do CL começa depois do dia 17 devido à libertação de oxitocina pelo próprio CL, que estimula os seus receptores no útero a libertar prostaglandina $\text{F}_{2\alpha}$ ($\text{PGF}_{2\alpha}$). Esta é produzida a partir do dia 15 e transportada até ao ovário pela veia

uterina. A partir do dia 17 do ciclo, a P_4 chega a níveis basais e a frequência do pulso de LH começa a aumentar, iniciando-se os eventos que vão levar ao próximo ciclo éstrico e à ovulação (Ball & Peters, 2004a).

Se o animal ficar gestante o embrião produz, entre os dias 16 e 19 da gestação, *interferon tau* (IFN- τ) que vai inibir o desenvolvimento dos receptores de oxitocina no útero e induzir a produção do inibidor da síntese de prostaglandinas (Hafez & Hafez, 2000), prevenindo assim a produção de $PGF_{2\alpha}$ e a luteólise, o que vai permitir a manutenção de níveis altos de P_4 necessários para suportar a gravidez (Mann & Lamming, 2001). O crescimento do concepto e da placenta é influenciado pelo factor de crescimento da insulina (IGF-I), que por sua vez são regulados pela nutrição materna (Gordon, 2004).

Estão descritas várias etapas críticas para o desenvolvimento e sobrevivência embrionária, podendo surgir falhas em cada uma delas. Muitas estão relacionadas com alterações na função lútea, nomeadamente alterações nas concentrações de P_4 nas etapas iniciais do ciclo éstrico ou deficiência relativa de P_4 durante a fase lútea. Existe ainda a possibilidade de ocorrerem falhas no início do desenvolvimento embrionário ou na produção de IFN- τ por parte do embrião com regressão prematura do CL (Quintero, 2005).

3.1.2 Retorno à ciclicidade e desenvolvimento folicular

As vacas leiteiras têm ondas foliculares durante toda a gravidez, precedidas por um pulso de FSH. A magnitude deste pulso aumenta com o avançar da gestação, ao contrário do diâmetro do folículo dominante que diminui com o avançar da mesma (Wiltbank et al., 2010). A última onda folicular durante a gestação, surge 3 semanas antes do parto (Ginther etl al. 1996b citados por Wiltbank et al., 2010) e o último pico de FSH ocorre aproximadamente 12 dias antes do parto (Wiltbank et al., 2010). Esse padrão de desenvolvimento folicular, que prevalece durante a gestação, deverá após o parto ser substituído por uma sequência de eventos que culminará no comportamento de “cio”, seguido de ovulação e formação de um corpo lúteo normal (Baruselli et al., 2007).

A seguir ao parto, ocorre um período de inactividade ovárica e queiscência sexual antes de recomeçar os ciclos reprodutivos (anestro pós-parto). A duração desse intervalo é variável e pode ser afectado pelos factores já mencionados anteriormente (Ball & Peters, 2004b). O retorno à ciclicidade exige que todos os órgãos associados à reprodução recuperem da gravidez anterior e do parto. Além disso, é necessário que as gonadotrofinas (LH e FSH) sejam secretadas de forma adequada pelo hipotálamo/hipófise de modo a estimular os folículos ováricos e que o fígado suporte a elevada carga metabólica causada pela gluconeogénese, pela produção de IGF-I e pela oxidação de ácidos gordos (Butler, 2005).

Há uma série de eventos coordenados que promovem o desenvolvimento folicular e a eventual ovulação. O crescimento folicular pós-parto é controlado pela LH e FSH, que por

sua vez, é regulado pela libertação de GnRH no hipotálamo. A FSH tem a função de iniciar o crescimento folicular e a LH é responsável pela maturação final do folículo dominante (Lucy, 2005). Nos bovinos, as reservas de LH são particularmente baixas na altura do parto, devido às altas concentrações de E_2 (produzida pela placenta, no final da gestação), que inibem na adenohipófise, a síntese das subunidades α e β da LH (Williams, 2005). Logo a seguir ao parto, a rápida diminuição de E_2 circulante permite em 2 ou 3 semanas a reacumulação de LH na pituitária anterior. Depois do período de recuperação, o acréscimo dos pulsos de GnRH aumenta a frequência dos pulsos de LH e surge o desenvolvimento folicular e a ovulação (Williams, 2005).

Logo após o parto (2 ou 3 dias) há um aumento transitório de FSH, seguido pelo restabelecimento da primeira onda folicular por volta dos 5 dias pós-parto, estas ondas são caracterizadas pelo desenvolvimento de folículos com 4-9 mm de diâmetro, em que a resposta dos folículos à acção da FSH é regulada pela IGF-I e pelo factor de crescimento da insulina II (IGF-II) (Armstrong et al., 2001 citados por Webb, Garnsworthy, Gong e Armstrong, 2004). Novas ondas de crescimento folicular surgem a cada 7-10 dias (Butler, 2000; Gümen, Guenther & Wiltbank, 2003). Durante a fase de crescimento folicular, há uma diferenciação nas taxas de crescimento entre os folículos dominantes e os subordinados (divergência ou desvio folicular) que ocorre quando o folículo maior tem aproximadamente 8,5 mm de diâmetro (Beg, Bergfelt, Kot & Ginther, 2002). Próximo do início do desvio, existem diferenças significativas entre o futuro folículo dominante e os folículos subordinados. O folículo maior secreta E_2 , que em conjunto com a inibina contribui para o declínio da secreção de FSH, o que faz com que esse folículo seja o único a utilizar as baixas concentrações de FSH (Ginther, 2001). Além disso, a IGF-I diminui as proteínas de ligação no fluido folicular e aumenta no folículo dominante, com o aumento da produção de E_2 (Wiltbank et al., 2002). A seguir ao desvio, a dominância morfológica pode ser observada pelo tamanho do folículo dominante (10 mm) (Peter et al., 2009), normalmente por volta dos 10 dias pós-parto (Ferguson, 2005). O folículo dominante suprime o crescimento dos outros folículos e surge como resposta ao aumento da concentração plasmática de LH e ao aumento da frequência dos pulsos, estando a dominância associada à indução dos receptores de LH nas células da teca e nas células da granulosa no ovário (Crowe, 2008). Para que ocorra a ovulação do folículo dominante, a frequência dos pulsos de LH deve ser aproximadamente um por hora. A ausência ou a inadequada pulsatilidade de LH fazem com que essas estruturas não se desenvolvam além do diâmetro de divergência folicular (Baruselli et al., 2007). A frequência de pulsos de LH é maior nas vacas que ovulam o seu primeiro folículo dominante que, de acordo com Ferguson (2005), ocorre entre 42% a 75% das vacas, sugerindo que é necessário uma frequência limiar para induzir a maturação folicular final e/ou produzir o pico ovulatório (Webb et al., 2004).

Em conjunto com o aumento na concentração de LH, é ainda necessário que o folículo dominante produza quantidades suficientes de E_2 e que a P_4 se mantenha em níveis basais (Webb et al., 2004). Se esta estiver presente em concentrações elevadas, o folículo dominante regride e inicia-se outra onda folicular (Wiltbank et al., 2002).

Há um conjunto de características no desenvolvimento folicular em vacas leiteiras de alta produção, que são únicas e que ainda não estão totalmente esclarecidas. Wiltbank et al. (2010) discutiu sucintamente esses aspectos:

- As vacas de alta produção têm menor concentração circulante de E_2 do que seria de esperar dado a dimensão dos seus folículos dominantes. Este facto pode estar relacionado com o maior metabolismo de E_2 nestas vacas;
- Algumas vacas inseminadas no estro, têm folículos ovulatórios maiores do que o esperado. Pode haver um atraso na ovulação em função do maior metabolismo de E_2 , que não permite a obtenção de concentrações suficientes desta hormona para induzir o pulso de GnRH/LH;
- Cerca de 60% das vacas anovulatórias apresentam folículos ovulatórios maiores que o tamanho normal, mas menores do que é classicamente definido como tamanho cístico. Possivelmente apresentam maior resistência do hipotálamo aos efeitos do *feedback positivo* do E_2 ;
- Outro aspecto importante é o aumento da dupla ovulação associada à maior produção de leite. As principais diferenças hormonais encontradas são o aumento da circulação de FSH e LH durante as 24 horas anteriores à divergência folicular, que pode ser parcialmente explicado pela redução da P_4 circulante nesse período.
- Após a primeira ovulação pós-parto, a maioria das vacas têm uma fase lútea curta. A falta de exposição do útero a P_4 e E_2 posteriormente à 1ª ovulação, reduz a concentração dos receptores de P_4 e supraregula os receptores de oxitocina no endométrio, o que resulta na regressão do CL por libertação de $PGF_{2\alpha}$ (Perea & Inskeep, 2008).

3.1.3 Detecção do estro

A detecção do estro é uma componente essencial da boa performance reprodutiva das vacas leiteiras (Sanders, 2005). A eficiência na detecção do estro, em vacas leiteiras de alta produção geridas intensivamente, é inferior a 50%, estando o actual declínio na eficiência reprodutiva também associado à fraca expressão ou à falha no reconhecimento dos sinais de estro (Senger, 1994). A detecção dos sinais, torna-se difícil em vacas leiteiras se a visualização for feita menos de duas vezes ao dia e num curto espaço de tempo, menores

de 30 minutos, de cada vez (Lucy, 2001). O mesmo autor aconselha implementar práticas de observação por períodos mais longos e mais frequentes para detectar com maior precisão e eficácia o estro nas “modernas” vacas leiteiras. “Em explorações em que não são feitas sincronizações do estro, como é o caso de muitas das explorações em regime semi-extensivo na Irlanda, a detecção do “cio” é fundamental para obter bons índices de fertilidade, sendo o período da manhã e o final da tarde a melhor altura para proceder à observação dos animais (Michael Doherty, comunicação pessoal, 2011).

O sinal de estro, considerado mais significativo, é quando uma vaca aceita a monta com arqueamento das costas em posição de lordose. Outros sinais secundários que também podem significar receptividade sexual são: vulva edemaciada; mucosa vaginal hiperêmica; corrimento vaginal mucoso transparente e elástico; cauda levantada; formação de grupos; lambem, empurrar, montar outros animais; agitação e excitação, e possível redução da ingestão de alimento e/ou da produção de leite (Peter et al., 2009).

A possibilidade de identificar a presença do estro também se reduz, substancialmente, durante os períodos de stress térmico, provavelmente devido a uma redução na actividade geral dos animais (Romero, 2005) ou até mesmo por alteração do desenvolvimento folicular (Wolfenson et al., 1999). Romero (2005) cita um estudo com temperatura controlada nos EUA, em que vacas expostas a uma temperatura de 18,2°C manifestam o cio durante 17 horas, enquanto que vacas mantidas a 33,5°C evidenciam sinais de estro apenas durante 12 horas. Outras situações para além do calor, como doenças infecciosas, metabólicas, patologia podal, instalações, manejo, alterações na dieta, e quaisquer outras mudanças bruscas que coloquem em causa o bem-estar animal, podem dificultar a percepção do estro e reduzir temporária ou permanentemente, a capacidade reprodutiva dos animais (Mann, 2005).

Para além da visualização dos animais e dos sinais já referidos anteriormente, existem vários meios que podem auxiliar e contribuir para uma detecção mais correcta e precisa do estro, nomeadamente podómetros, radiotelemetria, detectores de monta activados por pressão, touros vasectomizados, tinta na cauda (*tailpaint*) e medição da resistência eléctrica do muco vaginal (método de Draminsky) (Stevenson et al., 2001, citados por Cavalieri, Flinker, Anderson & Macmillan, 2003).

O não reconhecimento dos indícios de cio pode não ser devido a uma má detecção do mesmo, mas sim devido ao chamado “cio silencioso”, que é uma condição geralmente associada ao pós-parto das vacas leiteiras e caracterizada pela ocorrência de ovulação sem sinais de estro (Peter et al., 2009). A incidência desta condição na primeira, segunda, terceira e quarta ovulações pós-parto é relatada pelos mesmos autores como sendo 83%, 46%, 13% e 0%, respectivamente.

Há ainda que ter atenção, ao facto de algumas vacas gestantes apresentarem cio (Wiltbank & Fricke, 2007). Ainda estes autores fazem referência a vários estudos, um dos quais

realizado por Williamson et al. (1972), em que é demonstrado que 7,3% das vacas com diagnóstico de gestação positivo, apresentavam o cio durante os 21 dias a seguir à IA. Os mesmos autores, Wiltbank e Fricke (2007), afirmam que na avaliação do estro nas primeiras 6 semanas de gestação, 3,1% das vacas aceitam a monta e 10,8% exibem sinais secundários como descarga vaginal, excitação e montar outros animais.

3.1.4 Principais parâmetros reprodutivos

Mesmo com a rápida evolução na produção de leite, o controlo da fertilidade mantém-se semelhante aos requisitos e metas estabelecidas à 15-20 anos atrás (Glover, 2001).

A eficiência reprodutiva pode ser descrita como a capacidade de uma vaca engravidar e produzir descendentes viáveis. A infertilidade ou subfertilidade representam anomalias indesejáveis ao nível do desempenho reprodutivo (Ball & Peters, 2004).

O desempenho reprodutivo é tradicionalmente avaliada a nível económico e os parâmetros mais utilizados em bovinos leiteiros são: o intervalo entre partos; o intervalo parto - 1º serviço; o intervalo parto-concepção; a taxa de submissão (TS); a taxa de concepção (TC) e a taxa de gestação (Royal, Mann & Flint, 2000).

Os valores destes parâmetros são fáceis de obter com os dados das explorações, mas têm a desvantagem de constituírem uma representação estática sobre o estado reprodutivo das vacas (Prandi, Messina, Tondolo & Motta, 1999).

O parâmetro que engloba a maioria dos indicadores reprodutivos é o intervalo entre partos (IEP) e corresponde ao número de dias entre partos sucessivos (Céron, 2007). O primeiro componente do intervalo entre partos é o tradicional período voluntário de espera (PVE) após o parto. A duração deste, normalmente varia entre 40 a 70 dias, durante o qual ocorre a recuperação do tracto reprodutivo e se completa a involução uterina (Stevenson, 2005). Em partos normais (sem complicações) este processo de recuperação não exige mais do que 40 dias (Kiracofe, 1980).

O intervalo parto - 1º serviço é influenciado pelo PVE e pela taxa de submissão, que é definida como a percentagem de vacas eligíveis (42 dias após o parto) apresentadas para inseminação num período de 24 dias (duração de um ciclo éstrico) e depende da percentagem de vacas que estão efectivamente a ciclar e da eficiência na detecção do estro (Roche, 2006).

A taxa de detecção de cio consiste na proporção de vacas detectadas em estro no período entre 18 e 24 dias após o cio anterior; e em conjunto com a taxa de submissão, permite avaliar a eficiência na detecção do estro (Forde et al., 2011). A eficiência na detecção do estro pode ainda ser avaliada utilizando: a taxa de concepção; os dados obtidos por palpação do tracto reprodutivo e pela medição das concentrações de P₄ no sangue ou no leite (Heersche Jr., 1994).

A taxa de concepção corresponde à percentagem de animais confirmados como gestantes, no total dos animais servidos. Existem mais índices relacionados com a concepção como é o caso do intervalo parto-concepção (IPC), que pode ser calculado subtraindo 280 dias ao IEP. Uma baixa taxa de concepção leva ao aumento do IPC e ao aumento do número de IA (Esslemont, 2001).

O número de serviços por concepção é obtido quando se divide o número total de inseminações pelo número de vacas que ficaram gestantes (Royal et al., 2000). O número de IA por concepção, provavelmente, reflecte de forma mais próxima a variação individual da fertilidade feminina, e é um dos parâmetros mais úteis do ponto de vista económico, uma vez que os custos do sêmen, dos tratamentos hormonais, da mão-de-obra e do atraso no estabelecimento da gestação seguinte, aumentam com o número de inseminações necessárias para o animal ficar gestante (González-Recio et al., 2004, citados por González-Recio, Chang, Gianola & Weigel, 2005)

A taxa de gestação representa o número de gestações confirmadas por cada inseminação e pode ser calculada isoladamente para cada inseminação ou no total das inseminações (taxa de gestação global). Para além da concepção para cada IA, também contribui para o seu valor as perdas embrionárias (Royal et al., 2000).

A taxa total de refugo indica a percentagem de animais que são eliminados da exploração, quer seja voluntária (baixa produção, falhas reprodutiva, entre outras) ou involuntariamente (doença ou morte). Quando na presença de valores muito altos ou muito baixos é necessário direccionar a atenção ao maneio efectuado, na medida em que os animais podem estar a ser eliminados demasiado jovens, ou pelo contrário, com demasiadas lactações (Céron, 2007). Já a taxa de refugo reprodutivo diz respeito aos animais eliminados por problemas de fertilidade ou por estarem impossibilitados de conceber (Glover, 2001).

Pode-se ainda calcular o factor de fertilidade, através do produto entre a taxa de detecção de cios e a taxa de gestação, que representa a proporção de vacas em condições de serem servidas, que ficam efectivamente gestantes num ciclo éstrico (Esslemont & Kossaibati, 2000, citados por Lucena, 2008).

Alguns dos parâmetros referidos e respectivos objectivos para vacas de elevada produção leiteira encontram-se sumarizados na Tabela 3. Para vacas com partos sazonais os parâmetros pretendidos (representados na Tabela 4) são ligeiramente diferentes.

Tabela 3: Parâmetros de fertilidade pretendidos em vacas leiteiras em regime intensivo (adaptado de Costa, 2011)

Parâmetros de fertilidade	Alvo
Intervalo entre partos (dias)	365-415
Intervalo parto-1º serviço (dias)	60-90
Intervalo parto-concepção (dias)	90-120
Taxa de concepção ao 1º serviço (%)	30-60
Nº de serviços por concepção	1,5-3
Taxa de refugo reprodutivo (%)	<10
Taxa de mortalidade fetal/aborto (%)	5-10

Tabela 4: Parâmetros de fertilidade pretendidos em vacas leiteiras com partos sazonais (adaptado de Doherty, 2011)

Parâmetros de fertilidade	Objectivo
Intervalo entre partos (dias)	365
Intervalo parto-1º serviço (dias)	≥42
Taxa de sbmissão 21 dias (%)	90
Intervalo parto-concepção (dias)	82
Taxa de concepção ao 1º serviço (%)	60
Nº de serviços por concepção	1,4
Taxa de refugo reprodutivo (%)	<5

Como já foi referido, todos estes índices constituem uma representação estática da fertilidade e são influenciados pela gestão feita na exploração. Assim, Royal et al. (2000) sugerem a utilização da quantificação de P₄ no leite, que dá indicação do momento de ovulação, do tempo de vida do CL e de eventuais irregularidades do ciclo éstrico e da manutenção da gestação. Gautam, Nakao, Yamada e Yoshida (2010) classificam a performance reprodutiva com base no perfil de progesterona e estabelecem os 35 dias PP, como a meta para a primeira ovulação pós-parto e para identificar os animais com atraso na actividade ovulatória, podendo contudo haver diferenças conforme o nível de produção, nutrição e eficiência na detecção do estro. Este parâmetro reprodutivo não é influenciado por aspectos relacionados com a gestão, mas em contrapartida é afectado por factores ambientais ou pelo stress metabólico (Pryce, Royal, Garnsworthy & Mao, 2004).

3.2 Balanço Energético no pós-parto da vaca leiteira

3.2.1 Necessidades energéticas da vaca leiteira

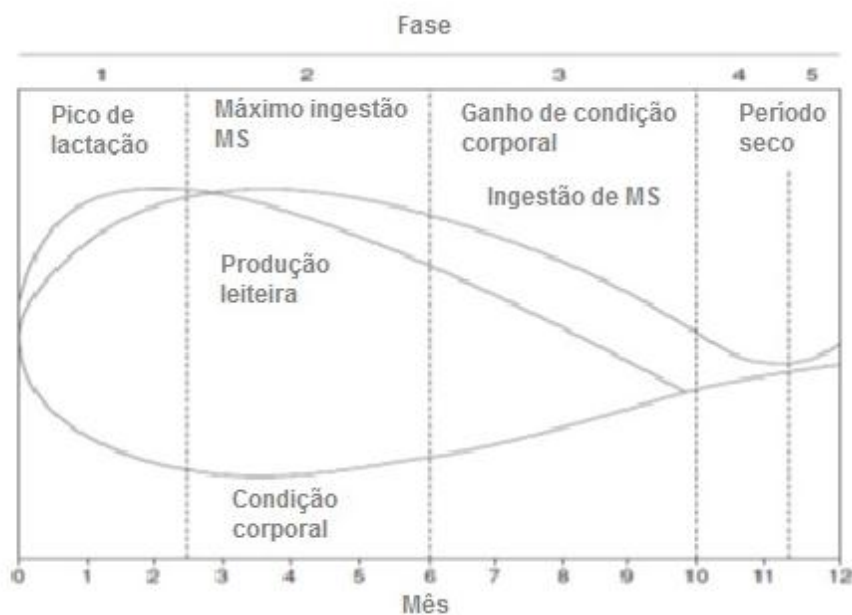
Para manter o estado de saúde, a capacidade produtiva e a função reprodutiva, as fêmeas, particularmente as vacas leiteiras no pós-parto, devem conseguir mobilizar a energia

necessária. É importante assegurar que obtenham energia suficiente da alimentação para satisfazer as suas necessidades fisiológicas para a produção de leite, crescimento, manutenção e para conceber e manter uma gestação até ao fim. Quando as necessidades energéticas excedem a energia consumida, o animal entra num estado de balanço energético negativo (BEN) (Banos, Coffey & Brotherstone, 2005).

O balanço energético (BE) é igual à energia consumida menos a energia necessária para manutenção e produção (Ferguson, 1996). A energia consumida depende da ingestão de matéria seca (MS) e da densidade energética da dieta (Butler & Smith, 1989).

Geralmente, as necessidades energéticas imediatamente após o parto, são maiores do que a capacidade de ingestão, que se encontra diminuída devido a uma menor capacidade de distensão do rúmen ou devido à deposição de gordura abdominal (Céron, 2007). No caso das vacas leiteiras, estas sofrem um aumento lento na ingestão MS (que deveria aumentar 4 a 6 vezes para suprimir as necessidades nutricionais), um rápido aumento na produção de leite e, conseqüentemente, uma maior necessidade de mobilização do tecido adiposo para sustentar a produção de leite (Figura 2) (Gutierrez et al., 2005).

Figura 2: Relação entre produção leiteira, apetite e condição corporal na vaca leiteira pós-parto (adaptado de Phillips, 2001)



Segundo Butler e Smith (1989), o BEN atinge 80% das vacas leiteiras e pode ter início antes do parto e atingir a sua expressão máxima durante o primeiro mês de lactação (Prandi et al., 1999). De facto, a síntese de leite representa um desafio para o metabolismo energético, pois a lactação exige uma elevada mobilização de precursores gliconeogénicos para a síntese de lactose e de grande quantidades de energia e nutrientes para a glândula mamária (Campos, 2011).

As vacas leiteiras contrariam o BEN através da mobilização de energia do tecido adiposo e das reservas corporais, o que resulta na utilização de ácidos gordos não esterificados

(NEFA) como principal fonte de “combustível”, enquanto a glicose é redireccionada para o metabolismo fetal (antes do parto) e para a síntese de lactose (Herdt, 2000; citado por Contreras & Sordillo, 2011).

3.2.2 Mobilização e metabolismo da gordura

A reserva energética de maior importância no início da lactação é o tecido adiposo, logo a compreensão dos factores que afectam a lipólise e a lipogénese que ocorrem continuamente nos adipócitos, permite decifrar os mecanismos envolvidos na mobilização e restabelecimento da condição corporal (Roche et al., 2009). A taxa de tecido adiposo mobilizado, depende de vários factores, como a condição corporal na altura do parto, a fase da lactação, a quantidade de leite produzido e a composição da dieta (Komaragiri, Casper & Erdman, 1998).

Na tentativa de ajustar o balanço entre a energia proveniente da alimentação e a energia necessária para a manutenção e produção de leite, baixas concentrações de insulina plasmática, IGF-I e tiroxina, e elevados níveis plasmáticos de glucagon, hormona de crescimento (GH) e cortisol, favorecem a gluconeogénese hepática e a mobilização de lípidos do tecido adiposo e de proteínas do tecido muscular (*European Food Safety Authority [EFSA]*, 2009).

As vacas leiteiras mobilizam as reservas corporais sobretudo na forma de ácidos gordos, que são depois direccionados para a glândula mamária para suportar a lactação (Rastani, Andrew, Zinn & Sniffen, 2001). Segundo Gutierrez et al. (2005), o metabolismo das gorduras é ainda regulado pelas hormonas e mecanismos fisiológicos resumidos na Figura 3.

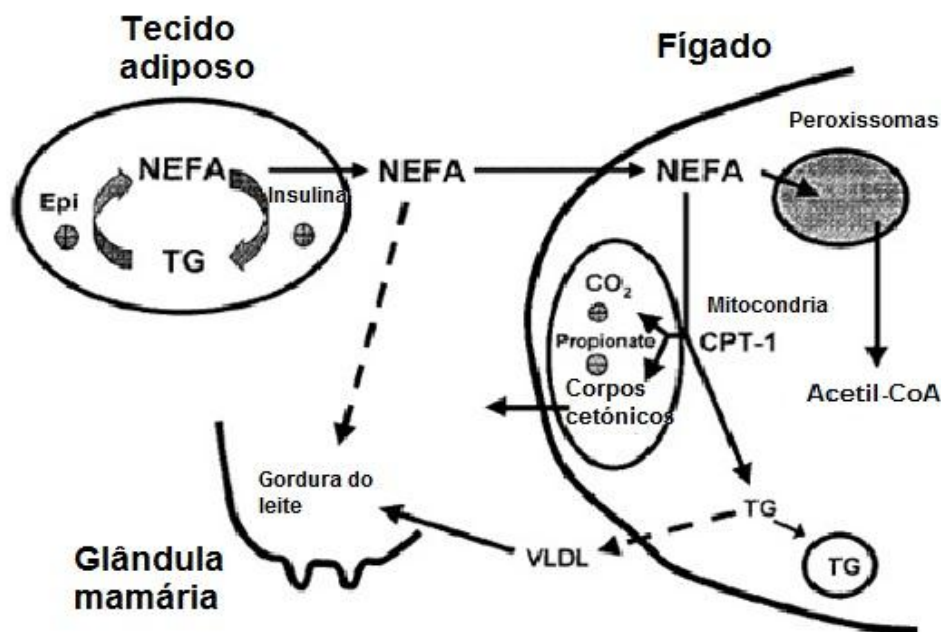
Figura 3: Outras hormonas envolvidas no metabolismo das gorduras (adaptado de Gutierrez et al., 2005).

GH	<ul style="list-style-type: none"> •Aumenta resposta aos estímulos lipolíticos •Atenua insulina •Inibe a captação insulino-mediada de glucose pelos adipócitos
Insulina	<ul style="list-style-type: none"> •Estimula lipogénese •Vacas seleccionadas para alta produção têm maior resistência à insulina
Leptina	<ul style="list-style-type: none"> •Proteína secretada pelos adipócitos •diminui no período pós-parto devido ao BEN
Catecolaminas	<ul style="list-style-type: none"> •Norepinefrina e epinefrina estimulam a lipólise •Tecido adiposo mais sensível às catecolaminas no início da lactação

Os NEFA circulantes são metabolizados por três vias (Figura 4): em condições normais são oxidados pelo fígado e músculo esquelético como fonte de energia; podem ser convertidos e exportados pelo fígado em lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e incorporados na gordura no leite; ou quando excedem as capacidades oxidativas e de transporte, ocorre a

produção de corpos cetônicos (β -hidroxibutirato, acetoacetato e acetona) (Beever, 2006). Quando a deposição de gordura ultrapassa todas as possíveis formas de eliminação, surge então a acumulação de triglicéridos nos hepatócitos e consequente saturação dos mesmos (Beever, 2006).

Figura 4: Esquema representativo do metabolismo dos lípidos em vacas leiteiras (adaptado de Drackley, 1999).



(+) = efeito estimulador; (-) = efeito inibidor; - - - = processos que ocorrem a baixo ritmo ou durante certos estados fisiológicos; Epi = epinefrina; TG = triglicéridos; VLDL = lipoproteínas de muito baixa densidade; CPT-1 = carnitina palmitoil transferase 1.

Em períodos de BEN, a taxa de β -oxidação aumenta, provavelmente, devido à diminuição da concentração e sensibilidade reduzida dos intermediários da síntese de ácidos gordos (malonyl-coA). Quando ocorre mobilização em demasia, os hepatócitos convertem o excesso de acetil-coA (gerado na β -oxidação) em corpos cetônicos (Komaragiri et al., 1998). Durante a lactação, a maior parte da glicose disponível (cerca de 80%) é direccionada para a glândula mamária para a produção de leite (Komaragiri et al., 1998).

Em períodos de BEN, o aumento da oxidação de NEFA pelo fígado e a re-esterificação, combinada com a ineficiente capacidade de formar VLDL, resultam na acumulação de triglicéridos nos hepatócitos e ocorre a denominada síndrome do “fígado gordo” (Gutierrez et al., 2005). Esta condição, ocorre sobretudo nas primeiras quatro semanas de lactação, em que cerca de 50% das vacas têm alguma acumulação de triglicéridos no fígado (Grummer, 1993; Jorritsma et al., 2000; citados por Bobe, Young & Beitz, 2004).

A cetose sub-clínica (presença de corpos cetônicos sem sinais clínicos) pode afectar, em algumas explorações, entre 30% a 50% das vacas no início da lactação, e refere-se a

animais em aparente estado normal de saúde mas com valores de β -hidroxibutirato (β HB) maiores do que 1,400 mol/L. Nestes animais, a cetose sub-clínica manifesta-se sobretudo em perda excessiva de peso, diminuição do apetite e da produção, e menor performance reprodutiva (Divers & Peek, 2008).

3.2.3 Avaliação do balanço energético negativo

Os principais metabolitos associados ao balanço energético são os NEFA, corpos cetónicos, glicose, colesterol e triglicerídeos. Os NEFA reflectem o grau de mobilização da gordura a partir dos tecidos (Leblanc, 2006) e quando presentes no pré-parto em concentrações superiores a 0,5 mmol/L no soro sanguíneo, são indicativas de BEN profundo (Divers & Peek, 2008).

A formação de corpos cetónicos resulta da incapacidade do ciclo de Krebs em metabolizar por completo os ácidos gordos e a acetil-CoA. Com a finalidade de eliminar a concentração excessiva de acetil-CoA, o organismo procede a um processo de conversão dando origem ao acetoacetato (ACAC) que, por sua vez, pode ser reduzido a β HB, ou descarboxilado em acetona (AC) (Baird, 1982). Diversos indicadores de balanço energético foram pesquisados nas vacas de alta produção (Campos, 2011). É frequentemente utilizado um teste para detecção de corpos cetónicos na urina e no leite, que pode avaliar semiquantitativamente a presença de acetoacetato, e em menor grau acetona (através de uma reacção de nitropussiato) [(Geishauser et al., 1998; Laffel, 1999) citados por Divers & Peek, 2008]. Estes corpos cetónicos, são tradicionalmente implementados no diagnóstico ou monitorização da cetose sub-clínica (CSC). Para além destes, o β HB (principal corpo cetónico na cetose), também pode ser detectado por intermédio de um teste semi-quantitativo no leite (Carrier, Stewart, Godden, Fetrow & Rapnicki, 2004). A avaliação de níveis cetónicos na urina e no leite têm contudo algumas limitações, na medida em que podem variar com a função renal, drogas, mastites e silhagens mal fermentadas (Gravert, 1991 e Gasteiner, 2000, citados por Divers & Peek, 2008). Além disso, a detecção de corpos cetónicos é mais eficiente quando pesquisados no soro sanguíneo (Carrier et al., 2004).

O teste *gold standard* para diagnosticar o excesso de mobilização de gordura é a medição de β HB no plasma ou no soro, devido à grande estabilidade e circulação contínua deste corpo cetónico nesses fluidos. Em concentrações plasmáticas normais, o β HB encontra-se abaixo das 1000 mol/L. Se as concentrações deste corpo cetónico forem superiores a 1,400 mol/L podemos estar na presença de uma cetose primária (Carrier et al., 2004).

Até recentemente, a medição de β HB no sangue baseava-se num teste de procedimento enzimático que necessitava de tempo, instrumentos especializados e pessoal de laboratório qualificado (Voyvoda & Erdogan, 2010). Ainda estes autores, efectuaram provas de medição da glicose e β HB sanguíneos com um biosensor desenvolvido para a medicina humana (*handheld meter* da *Precision Xceed®*) e demonstraram a utilidade deste para identificar

vacas com CSC. Os resultados obtidos, permitiram-lhes concluir que o dispositivo pode ser utilizado no campo como um teste rápido e fidedigno para identificar casos de CSC e vacas em BEN (Voyvoda & Erdogan, 2010).

Segundo Vries e Veerkamp (2000), a medição diária da percentagem de gordura no leite pode ser igualmente útil para avaliar o BE, pois em períodos de hipoglicémia a quantidade de leite produzido diminui e a deposição de gordura no mesmo aumenta, devido à utilização de VLDL pela glândula mamária. Logo, é esperado que o estado energético afecte a composição do leite e que o rácio gordura/proteína do leite esteja negativamente relacionado com o balanço energético. Heuer et al. (1999) citados por Mulligan, O'Grady, Rice e Doherty (2006), admitem um rácio gordura/proteína maior que 1,5 no início da lactação, para prever o risco de BEN e cetose.

Por último, o meio mais fácil e económico de avaliar o BE é a condição corporal, pois a perda da mesma está associada à mobilização de gordura e indicia a gravidade e extensão do BEN no início da lactação (Vries & Veerkamp, 2000; Whates, Cheng, Fenwick, Fitzpatrick & Patton, 2011). A quantidade de condição corporal perdida e subsequente recuperação, desde o parto até ao início da lactação, reflectem as alterações no balanço energético que podem estar relacionadas com doenças do periparto e com menor performance reprodutiva (Gallo et al., 1996; Kim & Suh, 2003). O sistema de classificação da condição corporal (CCC) (*body condition score* ou BCC) é um método útil de avaliar as reservas energéticas e é amplamente utilizado para monitorizar o estado nutricional das vacas leiteiras (Kim & Suh, 2003).

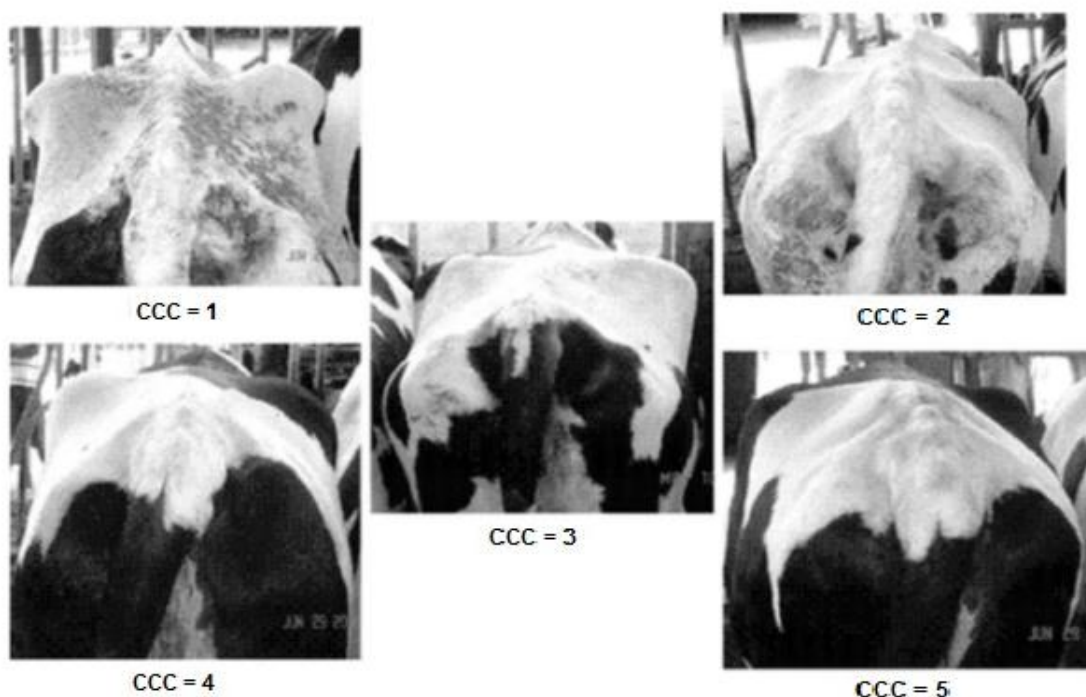
3.2.4 Condição corporal

3.2.4.1 Classificação da condição corporal

A CCC, é um método subjectivo de avaliar a quantidade de energia retida, armazenada na gordura e na musculatura de um animal vivo (Radostits, Mayhew & Houston, 2002) e é uma ferramenta muito útil na avaliação das reservas corporais em bovinos Leiteiros (Ferguson et al., 2006) em qualquer fase da lactação, seja no período seco, no pós-parto ou época reprodutiva (Hady, Domecq & Kaneene, 1994).

As escalas utilizadas para avaliar a CCC diferem entre países, mas todas consistem na palpação e/ou visualização dos animais (Roche et al., 2009). Wildman, Jones, Wagner e Boman (1982) desenvolveram uma escala de cinco pontos, de 1 a 5, em que o 1 corresponde a um animal emaciado e o 5 a obeso (Figura 5).

Figura 5: Classificação da Condição Corporal ou *Body Condition Score* (escala de 1 a 5) de vacas leiteiras (adaptado de Ferguson et al., 2006)



Esta escala foi posteriormente revista e actualizada por Edmonson, Lean, Weaver, Farver e Webster (1989). Ainda estes autores criaram uma tabela de consulta (Anexo 1), baseados na literatura disponível e em testes de campo, para facilitar e sistematizar a avaliação da CCC com variações mínimas entre os seus operadores e com aumentos de 0,25 entre cada ponto da escala. A classificação dos animais é feita com base na palpação da gordura e músculo depositados em marcos anatómicos específicos, tais como: costelas; processos espinhosos da coluna vertebral; processos transversos da coluna vertebral; vazios; ponta do íleo; base da cauda; sacro e vértebras lombares (Edmonson et al., 1989).

Na Austrália e Nova Zelândia, é utilizado um sistema de CCC baseado apenas na inspecção visual com escalas de oito e dez pontos, respectivamente (Edmonson et al., 1989). Ambas as escalas baseiam-se em imagens de animais para estabelecer a condição corporal, podendo ser útil em explorações em que os animais não estão confinados, e que por isso as regiões anatómicas referidas acima, sejam difíceis de aceder para palpação.

3.2.4.2 Condição corporal ideal

A relação entre a condição corporal e a produção e o bem-estar animal nem sempre é linear. Os animais podem necessitar de perder ou ganhar peso, principalmente no terceiro trimestre de gestação, para estarem em condição corporal apropriada na altura do parto e na subsequente lactação (Wildman et al., 1982).

Roche et al. (2009) consideram como ideal na altura do parto, uma condição corporal entre 3 e 3,25 numa escala de 5 pontos, enquanto outros autores (Crowe, 2008; Mulligan et al., 2006) afirmam que a chave para otimizar o retorno à ciclicidade nas vacas leiteiras é estas

chegarem ao final da gestação com CCC entre 2,75 e 3,0 e evitar posteriores perdas de condição corporal pós-parto superiores a 0,5 unidades de CCC (Tabela 5).

Tabela 5: Condição corporal desejada nas várias etapas do ciclo de produção das vacas leiteiras (adaptado de Mulligan et al., 2006)

Período/etapa	CCC ideal
Entrada no período seco	2,75
Parto	3,0
Época reprodutiva	>2,5
150 dias de lactação	2,75
200 dias de lactação	2,75
250 dias de lactação	2,75

3.2.4.3 *Variação da condição corporal durante a lactação*

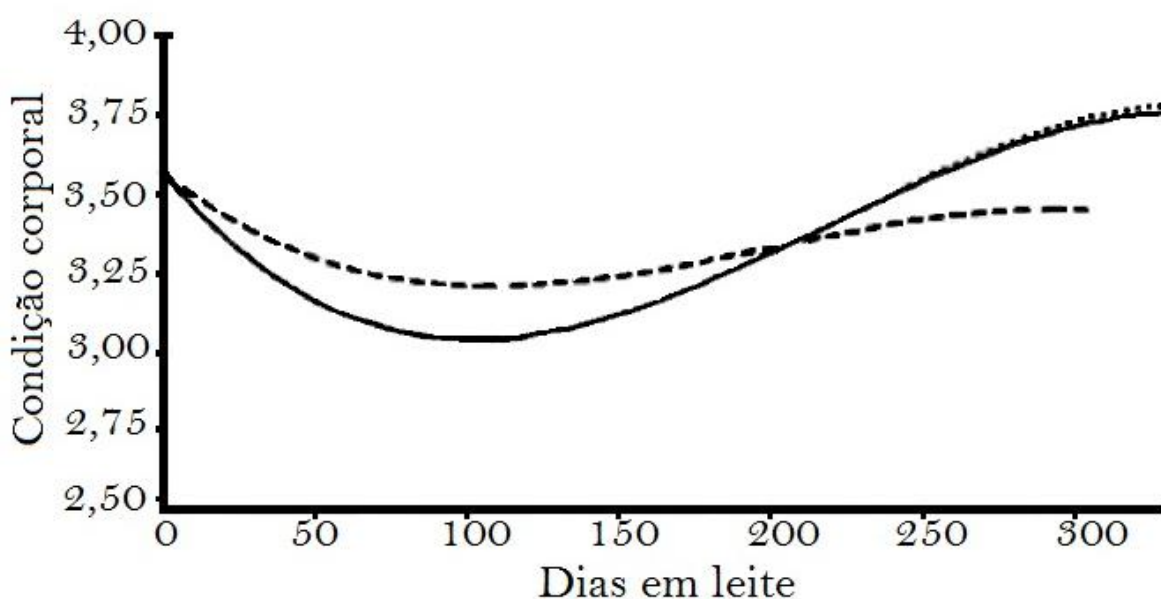
Nas últimas décadas a intensa selecção genética, as melhorias consideráveis na nutrição e manejo, aumentaram significativamente a capacidade leiteira das vacas *Holstein-Frísia* (EFSA, 2009). Esta pressão selectiva e mérito genético para a produção de leite, resultou em alterações fisiológicas que facilitam a mobilização de energia de tecidos importantes (Mcnamara & Hillers, 1986), sendo apenas compensada por um ligeiro aumento na capacidade de ingestão, o que agrava o BEN nas vacas de alta produção (Vries & Veerkamp, 2000). Durante o ciclo de lactação, ocorrem variações no padrão de mobilização dos tecidos e na condição corporal das vacas Leiteiras (Berry et al., 2002). Na realidade, as reservas corporais das vacas leiteiras suportam mais de 30% da produção de leite, durante o primeiro mês de lactação (Bauman & Currie, 1980), e estes mesmos autores, relatam que os animais podem apenas atingir um estado positivo de BE, quando o pico da lactação já decresceu em 80%. As vacas perdem condição corporal nos 50 a 100 dias seguintes ao parto devido ao aumento da lipólise, às alterações que ocorrem no eixo somatotrópico e na sensibilidade dos tecidos periféricos à insulina (Roche et al., 2009). Por esta razão, é esperado que a condição corporal diminua no início da lactação, aumente desde o pico da lactação até ao fim desta, e mantenha-se constante no período seco (Wildman et al., 1982), como se encontra representado na Figura 6.

Um estudo realizado por Gallo et al. (1996), confirmou que vacas de diferentes paridades ou de diferentes níveis de produção têm padrões diferentes de CCC durante a lactação, o que reflecte diferenças no tempo e na quantidade de gordura mobilizada ou restaurada durante a

mesma. O mesmo estudo, verificou que os animais na terceira ou posterior lactação, apresentam uma maior e mais prolongada perda de condição corporal pós-parto.

O aumento da incidência de doenças metabólicas em vacas de alta produção, comprova a necessidade de monitorizar a condição corporal em todas as fases do seu ciclo e ainda os seus efeitos sobre as lactações seguintes (Ferguson et al., 2006), sendo os primeiros três meses da curva de lactação os mais importantes para a futura fertilidade (Banos, Brotherstone & Coffey, 2004).

Figura 6: Variação da condição corporal durante a lactação (adaptado de Gallo et al., 1996).



(- -): 1ª lactação; (...): 2ª lactação; (—): 3ª lactação.

3.2.5 Relação entre balanço energético negativo e condição corporal e a fertilidade

A selecção para a alta produção de leite combinada com o antagonismo genético para a fertilidade, resultou numa menor capacidade de conceber e levar até ao fim a gestação em vacas leiteiras (Banos et al., 2004).

É cada vez mais evidente que a fertilidade tem vindo a decrescer com o aumento da produção de leite, no entanto não há ainda consenso quanto ao processo envolvido nessa diminuição da fertilidade (Pryce et al., 2004). As variações metabólicas no periparto, particularmente o BE, determinam o tempo desde o parto até à primeira ovulação, sendo o BEN o factor limitante ao reinício da actividade ovárica pós-parto (Santos, Rutigliano & Sá Filho, 2009). Nos sistemas tradicionais (365 dias de intervalo entre partos), normalmente os primeiros serviços começam quando as vacas estão ainda em BEN (entre os 72 e 87 dias da lactação) e a curva de lactação está no seu auge, levando a problemas de fertilidade, principalmente em vacas de alta produção (Banos et al., 2004; Pryce, Coffey & Brotherstone, 2000). As vacas chegam ao nadir (mínimo) de BEN entre os dias 10 e 20 pós-

parto e continuam em BEN até aos 70-80 dias PP, em alguns casos até ao dia 100 PP (primíparas) (Céron, 2007).

Os mecanismos fisiológicos pelos quais o sistema hipotalâmico-hipófise é informado do estado energético dos animais, envolve diversos metabolitos e hormonas, nomeadamente GH, IGF-I, insulina, hormonas da tiróide e leptina, os quais poderão estar activamente relacionados com o atraso na ciclicidade (Meikle et al., 2004).

3.2.5.1 Efeitos do balanço energético negativo sobre o retorno à ciclicidade

O anestro pós-parto, já referido anteriormente, é o estado de aciclicidade ovárica, em que apesar de haver desenvolvimento folicular, nenhum dos folículos torna-se suficientemente maduro para ovular, e é um período caracterizado pela ausência de actividade sexual ou manifestação do estro, estando ainda acompanhado por concentrações plasmática de P_4 sempre inferiores a 0,5 ng/ml (Montiel & Ahuja, 2005).

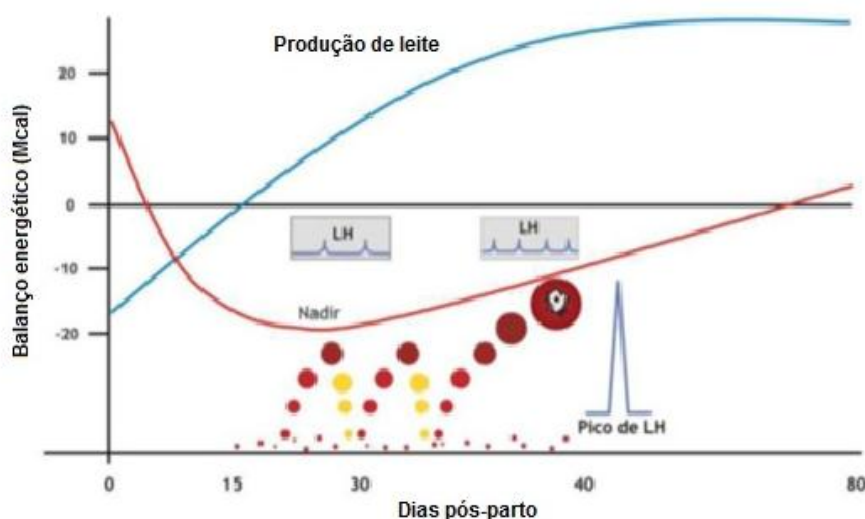
Apesar da redução na fertilidade, como consequência do BEN no início da lactação poder ser explicado pelo aumento do tempo de anestro anovulatório em cerca de 30% das vacas (Rhodes et al., 1998, citados por Butler, 2000), a ligação entre o BEN e as taxas de concepção subóptimas em períodos ovulatórios mantém-se ainda especulativa. O BEN pós-parto pode ter os seguintes efeitos sobre a reprodução (Roche, Mackey & Diskin, 2000):

- Redução na frequência do pulso de LH;
- Redução no diâmetro dos folículos dominantes com menor produção de E_2 ;
- Menor concentração de IGF-I sistémica e possivelmente, menor disponibilidade de IGF-I intrafolicular;
- Aumento do intervalo até à primeira ovulação.

A falha de comunicação entre o eixo hipotálamo-hipofise-ovário é a falha fisiológica mais comum associada ao BEN, e que leva ao atraso na actividade lútea (Walsh et al., 2007).

Segundo Beever (2006), o BEN reduz a frequência e o pulso de LH, afectando o subsequente desenvolvimento folicular (Figura 7). Apesar do BEN, uma boa parte das vacas começa a ciclar nas primeiras 8 semanas pós-parto (Céron, 2007), em que a primeira ovulação geralmente é silenciosa (sem estro comportamental) e normalmente (> 70% dos casos), seguida por um ciclo curto (Crowe, 2008).

Figura 7: Balanço energético e 1ª ovulação pós-parto em vacas leiteiras (adptado de Céron, 2007)



As vacas que chegam rápido ao nadir e invertem o sentido do BE iniciam a sua actividade ovárica mais cedo que as vacas com BEN mais grave e duradouro, entre as quais é frequente o prolongamento do anestro até ao dia 70 PP (Céron, 2007). O intervalo entre o parto e primeira ovulação em sistemas de produção não intensiva, é à volta dos 30 dias, enquanto que em animais em regime intensivo, surge aos 40 dias. Neste último sistema é comum encontrar 20% das vacas não cíclicas aos 70 dias PP (Céron, 2007).

No período pós-parto as concentração de insulina e IGF-I circulantes decrescem imediatamente e deveriam aumentar gradualmente, mas em vacas com BEN grave mantêm-se baixas e afectam a secreção de GnRH e LH, e consequentemente aumentam o intervalo entre o parto e o início da actividade lútea (Fenwick et al., 2008; Gutierrez et al., 2005; Kawashima et al., 2007; Whates et al., 2011).

Kawashima et al. (2007), estudaram as alterações das hormonas metabólicas como IGF-I, GH e insulina no período pós-parto e sua relação com a ocorrência da ovulação e crescimento folicular. Os resultados obtidos sugerem que elevadas concentrações plasmáticas de GH e baixas concentrações de glicose e IGF-I, diferenciam as vacas em anestro, das que estão efectivamente a ovular. Da mesma forma, Llewellyn (2007) constata que o BEN profundo modifica a disponibilidade de IGF-I circulante e a produção local de IGF-II nas células da teca, alterando o recrutamento folicular e o retorno a uma ciclicidade dentro dos parâmetros considerados normais. Outro estudo relatado por Beam e Butler (1998) verifica que vacas com maior número de folículos ovulatórios apresentam nas 2 primeiras semanas PP níveis de IGF-I mais elevados, do que os níveis obtidos nas vacas com folículos não-ovulatórios. Da mesma forma, Whates et al. (2011) comprovam alterações nas concentrações de IGF-I e insulina nas vacas em BEN, e ainda propõem a possibilidade destas alterações afectarem não só a dinâmica folicular, mas também a capacidade de recuperação do endométrio no PP, o que minimiza a taxa de recuperação dos tecidos.

A imunossupressão que ocorre no periparto, pode predispor para infecções bacterianas do úbere (mastites) e do tracto genital (metrite puerperal) no período PP. Estas doenças inflamatórias activam uma libertação intensa de citocinas (como TNF α) pelas células imunitárias, que podem interagir tanto com a secreção de insulina, como com a sensibilidade de alguns tecidos periféricos à mesma, exacerbando assim a mobilização de tecido adiposo [(Kulcsár et al., 2005; Ruan & Lodish, 2003) citados por Kerestes et al., 2009]. Além disso, segundo o mesmo autor a hipercetonémia prolongada, especialmente combinada com metrite puerperal, interage com a secreção de insulina nas células β do pâncreas e com todo o mecanismo de insulino-resistência, resultando num atraso significativo na actividade ovárica PP. Nas vacas leiteiras seleccionadas para alta produção, a peri e pós-parto insulino-resistência pode desempenhar um papel importante na adaptação ao BEN PP e na patogénese de desordens metabólicas, deslocamento do abomaso à esquerda, quistos ováricos e ainda patologia podal.

A capacidade do folículo produzir E₂ suficiente para desencadear a ovulação, parece depender da capacidade de se atingir um equilíbrio energético e da disponibilidade em insulina e IGF-I, que como já foi referenciado encontram-se diminuídas nos animais em BEN (Beam & Butler, 1999, citados por Butler, 2000). Além das concentrações mais baixas de E₂ no início do estro, é provável que também haja uma redução mais rápida da concentração circulante desta hormona após o pico de LH devido ao maior metabolismo de E₂ nas vacas de alta produção, causando assim um efeito negativo na fertilidade e na duração do cio (Ptaszynska & Molina, 2007).

Outra hormona que pode ter um efeito importante no reinício da ciclicidade é a leptina. Esta é secretada pelo tecido adiposo e varia com as alterações na condição corporal e na percentagem de gordura corporal (Delavaud et al. 2002, citados por Meikle et al., 2004). Em vacas leiteiras, os receptores de leptina foram identificados no hipotálamo e nas células da granulosa do ovário (Moschos, Chan & Mantzoros, 2002). As concentrações desta hormona, decrescem alguns dias antes do parto e mantêm-se baixas até aumentarem ao mesmo tempo que o balanço energético recupera, coincidindo com a altura da primeira ovulação (Kadokawa, Blache & Martin 2006). Da mesma forma, Gutierrez et al. (2005) sugerem que esta hormona pode ser a ligação entre as reservas energéticas e o início da actividade reprodutiva no hipotálamo. Os autores acima mencionados, citam vários estudos *in vitro* obtidos por Rodriguez (2003) e Campbell et al. (1999) que demonstram um efeito bifásico da leptina nas células ováricas, com altas concentrações desta hormona a estarem positivamente relacionadas com anestros mais curtos. De forma semelhante, Butler (2005) estabelece uma associação entre vacas em BEN durante as primeiras semanas da lactação com uma diminuição acentuada da concentração plasmática de leptina, contudo a relação entre os níveis de leptina e o atraso na 1ª ovulação PP é ainda controversa.

Outro factor importante entre o BEN e a fertilidade, podem ser os efeitos do BEN na concentração de progesterona sanguínea. Esta aumenta durante os dois ou três primeiros ciclos ovulatórios PP, no entanto a taxa de aumento é reduzida ou moderada no caso de BEN PP (Villa-Godoy et al., 1988, citados por Butler, 2000). Os mesmos autores e Lucy (2001) constataam que indivíduos em BEN mais grave, durante os primeiros nove dias PP, mantinham níveis reduzidos de progesterona plasmática até ao terceiro ciclo éstrico (correspondente ao início do período de reprodução PP). Britt (1992) citado por Butler (2000), supõe que o BEN afecte negativamente os folículos ovulatórios durante o crescimento e desenvolvimento dos mesmos e que quando folículos afectados ovulam, secretam menos progesterona. Estudos efectuados por Sangsritavong, Combs, Sartori, Armentano e Wiltbank (2002) e por Rabiee, Macmillan e Schwarzenberger (2000) concluem que as “modernas” vacas leiteiras têm associadas à elevada produção leiteira menores concentrações plasmáticas de progesterona devido à ingestão de alimentos ricos em energia e proteína, o que aumenta a metabolização hepática desta hormona.

3.2.5.2 Efeito do balanço energético negativo na qualidade dos oócitos

As alterações metabólicas podem causar um efeito negativo no crescimento e na maturação dos oócitos (Leroy et al., 2005; Lucy, 2005). Em ensaios *in vitro*, elevados níveis de NEFA associados a BEN, são de facto responsáveis pelo detrimento na capacidade de desenvolvimento dos oócitos e das células da granulosa [(Elrod et al., 1993; Leroy et al., 2004; Vanholder et al., 2005) citados por Leroy et al., 2005]. Segundo Wiltbank et al. (2001) citados por Lucy (2005) as vacas de alta produção leiteira produzem oócitos menos férteis que os oócitos de vacas não lactantes. Leroy et al. (2005), compararam a qualidade dos embriões em vacas de alta produção, e demonstraram que apenas 13,1% dos embriões de vacas leiteiras *Holstein-Frísia* são classificados como excelentes, em comparação com os 62,5% dos embriões de vacas *Holstein-Frísia* não lactantes. Além disso apenas 4% dos embriões do primeiro grupo atingiram a fase de blastocistos, enquanto que nas não lactantes 23,2% chegaram a esse estado de desenvolvimento.

Da mesma forma, oócitos fertilizados *in vitro* de vacas leiteiras subnutridas apresentam menor taxa de clivagem e de desenvolvimento, do que os oócitos de vacas em boa condição corporal (Mee, Snijders & Dillon, 2000)

Ainda de acordo com Leroy, Vanholder, Van Kneysel, Garcia-Ispuerto e Bols (2008) em condições de hipoglicémia o microambiente do oócito pré-ovulatório é alterado, pois a glicose é uma molécula indispensável para a maturação dos oócitos. Nesses animais subnutridos, os folículos dominantes atingem tamanhos inferiores ao normal, o que vai originar CL cada vez menores (Gombe & Hansel, 1973, citados por Lucy, 2005).

O mecanismo pelo qual a nutrição afecta o desenvolvimento embrionário e a qualidade dos oócitos não é totalmente claro, mas supõe-se que a dieta modifique a expressão de genes envolvidos no desenvolvimento embrionário precoce (Bilodeau-Goeseels & Kastelic, 2003).

3.2.5.3 Influência da condição corporal no parto sobre a fertilidade

Muitos estudos relacionaram o excesso ou insuficiente gordura corporal ou a síndrome da vaca gorda com a diminuição de sucesso reprodutivo (Mcnamara, 2011). O excesso de gordura na altura do parto interfere com as contrações uterinas, o que pode provocar distócia, e ainda afectar a libertação de diferentes hormonas e citocinas que afectam a reprodução. A relação com a retenção placentária e subsequente metrite, é possivelmente devido à falta de tensão do músculo uterino, causada pelo excesso de trabalho realizado durante o parto (Mcnamara, 2011). De facto, vacas com condição corporal maior que 3,5 no período seco apresentam uma menor capacidade de ingestão, o que irá agravar, ainda mais, o BEN pós-parto, predispondo assim para cetose e fígado gordo, bem como problemas reprodutivos, metrite, quistos ováricos, patologia podal e distócia (Gearhart et al., 1990; López-Gatius, Santolaria, Yániz, Fenech & López-Bejar, 2002).

Outros autores, Kaneene e Miller (1995), associaram tanto o excesso de condição corporal como a subnutrição à ocorrência de metrites. De acordo com Markusfeld, Galon e Ezra (1997) as vacas multíparas com baixa condição corporal no final da gestação, têm maior predisposição para retenção placentária e metrite, do que as já mencionadas vacas em condição corporal superior.

Num animal com condição corporal insuficiente no parto a maioria da glicose é utilizada para a síntese de lactose (leva à diminuição de GnRH) e a menor suplementação de ácidos gordos para manter o normal funcionamento ovárico, conduzindo assim a um estado de aciclicidade (Mcnamara, 2011). Além disso, os animais subnutridos podem não sintetizar quantidade suficiente de factores de crescimento embriotróficos necessários para o desenvolvimento normal embrionário e para suportar a gestação (Lucy, 2005).

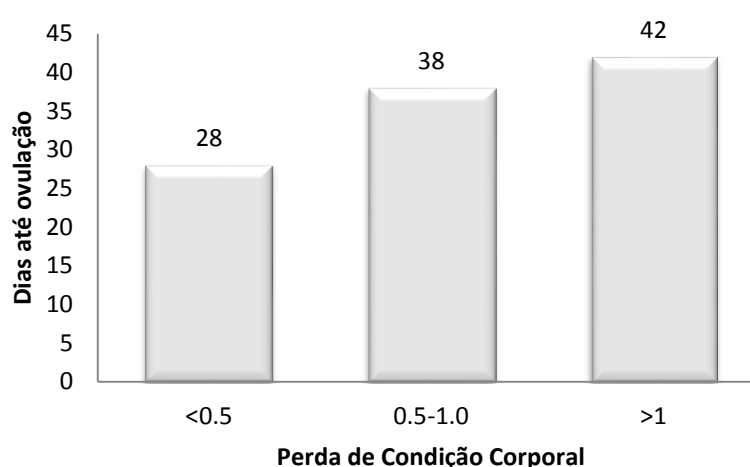
Um estudo recente baseado na análise da medição de progesterona no leite, mostra que na Europa, 40 a 50% das *Holstein-Frísia* exibem ciclos reprodutivos anormais após o parto (Mann, 2005), sendo a prevalência de estro silencioso e anestro, maior em vacas que parem com condição corporal inferior ao desejado (Markusfeld et al., 1997).

O grau de subnutrição pode alterar os padrões típicos do crescimento folicular e ovulação. Quando as vacas leiteiras recebem dietas menos nutritivas do que o necessário, o primeiro folículo dominante não ovula e o intervalo entre o parto e a primeira ovulação é aumentado (43 ± 5 dias) (Jolly et al. 1996 citado por Montiel & Ahuja, 2005). Além disso, os mesmos autores sugerem que a restrição de ingestão de MS no pré-parto ou no pós-parto, pode afectar o tamanho máximo e a persistência dos folículos anovulatórios que se desenvolvem após o parto.

3.2.5.4 Influência da perda de condição corporal na fertilidade

Em vacas leiteiras, a extensão do BEN está relacionado com o grau de perda de CCC no PP e a perda de condição corporal pós-parto pode estar associada a menor performance reprodutiva e a reduzida produção leiteira (Ferguson et al., 2006). Vacas em profundo BEN perdem mais condição corporal durante os primeiros 30 dias de lactação, o que pode causar: intervalos mais longos do parto até à primeira ovulação (Figura 8); taxas de concepção inferiores (17% a 38%) e maior risco de sofrer reabsorção embrionária após os 28 dias de gestação [Butler, 2000; Butler, 2005; (Moreira et al., 2000 citados por Lucy, 2005)].

Figura 8: Perda de CCC nos primeiros 30 dias de lactação e intervalo até a primeira ovulação pós-parto (adaptado de Butler, 2005).



Butler e Smith (1989) publicaram dados sobre as diferenças na taxa de concepção em vacas que perderam condição corporal entre o parto e o primeiro serviço. Para valores entre 0,5 e 1,0 de perda de CCC a taxa de concepção ao 1º serviço foi de 53%, enquanto que em vacas que perderam mais de 1,0 foi de apenas 17%, já as vacas que perdem menos de 0,5 unidades de CCC durante as primeiras 5 semanas pós-parto, alcançam melhores taxas de concepção ao primeiro serviço do que vacas que perdem mais de 0,5 de CCC. Estes mesmos autores avaliaram outros parâmetros reprodutivos para as diferentes perdas de condição corporal pós-parto, que podem ser confirmados na Tabela 6.

Outro estudo realizado por Hattan et al. (2001) e citado por Beever (2006), compara a perda de condição corporal entre vacas de alta produção leiteira e as vacas de média produção. Estes autores constataram que as vacas de média produção, perdem cerca de 0,8 de CCC nas primeiras cinco semanas de lactação e depois recuperam a condição corporal, em oposição às de alta produção que podem continuar a perder CCC até às 11 semanas de lactação.

Tabela 6: Relação entre a perda de condição corporal nas primeiras 5 semanas pós-parto e a performance reprodutiva (adaptado de Butler & Smith, 1989).

Parâmetro	Perda de condição corporal		
	<0,5	0,5 a 1	>1
Nº de vacas	17	64	12
Dias até 1ª ovulação	27	31	42
Dias até 1º estro	48	41	62
Dias até 1º serviço	68	67	79
Taxa concepção do 1º serviço (%)	65	53	17
Nº de serviços por concepção	1,8	2,3	2,3

Existe a necessidade de evitar a perda rápida de gordura nas duas primeiras semanas de lactação. No entanto, há vacas que perdem grande quantidade de gordura e mantêm a ingestão, produzem quantidades de leite, têm ciclos precoces e conseguem conceber, o que torna evidente que a quantidade de gordura corporal não é o único factor que controla a reprodução em bovinos leiteiros (Mcnamara, 2011).

3.2.5.5 Outros factores que influenciam a reprodução

A involução uterina completa-se por volta dos 30 a 40 dias pós-parto, mas o endométrio pode não ter capacidade de proceder ao desenvolvimento embrionário e ao reconhecimento materno da gestação antes dos 60 dias ou mais (Roche, 2006). Os factores que atrasam a involução uterina e que podem reduzir a eficiência reprodutiva são: retenção placentária, distócia e doenças metabólicas (Morrow et al., 1966, citado por Roche, 2006). Em geral, todas as vacas desenvolvem um certo grau de endometrite após o parto, mas normalmente são capazes de debelar a infecção em 2 ou 3 semanas após o parto, contudo cerca de 15% dos animais, desenvolvem endometrite persistente nas 3 a 6 semanas do período pós-parto (Whates et al., 2011), contribuindo assim para maior tempo de anestro, fases lúteas prolongadas e quistos ováricos (Mateus, Lopes da Costa, Bernardo & Robalo, 2002).

Na vaca leiteira, existe uma associação entre o estabelecimento da endometrite puerperal e a hipocalcémia subclínica e a severidade da endometrite puerperal poderá estar relacionada com as concentrações sanguíneas de cálcio. De facto, as concentrações plasmáticas de cálcio, são consideravelmente mais baixas nas vacas com endometrite “complicada” do que nas vacas com endometrite moderada (Mateus & Costa, 2002).

Vacas com fígado gordo podem ter alterações na função reprodutiva (Wensing et al., 1997 citados por Bobe et al., 2004) e imunológica (Contreras & Sordillo, 2011). A alteração na função reprodutiva pode ser explicada pela menor quantidade de oócitos que sobrevivem ao desenvolvimento embrionário, e pelo atraso na involução uterina causada pela depressão na resposta imunitária e consequente endometrite PP [(Haraszti et al., 1982; Heinonen et al.,

1987; Sheldon et al., 2002) citados por Bobe et al., 2004]. A diminuição na síntese de hormonas esteróides (P_4 e LH) e o BEN mais profundo nos animais com fígado gordo, podem exacerbar as alterações na função reprodutiva, já mencionadas. Adicionalmente, baixas concentrações de IGF-I, insulina, lipoproteínas e elevadas concentrações de amónia, NEFA e ureia podem alterar a função ovárica normal nesses animais (Comin et al., 2002; Jorritsma et al., 2003 citados por Bobe et al., 2004).

O stress térmico pode alterar directamente a viabilidade embrionária e a função celular dos tecidos do aparelho reprodutor e diminuir a expressão do estro (De Rensis & Scaramuzzi, 2003), contudo este também pode afectar a reprodução de forma indirecta, através das alterações que provoca no BE. Quando as vacas são sujeitas a elevadas temperaturas, ingerem menos MS, o que vai agravar ainda mais o BEN (Céron, 2007). O mesmo autor, afirma que o anestro pós-parto prolonga-se em vacas com BEN e agrava-se durante o Verão, prolongando assim o período anovulatório.

3.3 Nutrição no peri-parto da vaca leiteira

3.3.1 Período de transição

Grummer (1995) define o período de transição na vaca leiteira, como o período de 3 semanas antes do parto até às 3 semanas seguintes ao parto. Neste período ocorre a passagem de uma gestação não lactante para um estado lactante não gestacional (Contreras & Sordillo, 2011).

No período de transição, as vacas leiteiras são sujeitas a mudanças súbitas, tanto metabólicas como imunológicas, o que torna o período imediatamente a seguir ao parto, a altura mais propensa às denominadas doenças de produção (Mulligan & Doherty, 2008), tais como hipocalcémia, retenção placentária, metrite, cetose, patologia podal, e mastites clínicas, bem como DAE [Drackley, 1999; (Goff, 1997 citado por Melendez & Risco, 2005); Roche et al., 2000). Estes distúrbios ou doenças estão etiológicamente inter-relacionadas, e é devido a essa “ligação”, que as doenças de produção regularmente sofrem um efeito cascata, exponenciando a susceptibilidade a doenças infecciosas e a outras doenças de produção, ou ainda a problemas de fertilidade e redução da produção leiteira (Mulligan & Doherty, 2008; Mulligan et al., 2006).

Algumas das alterações neste período estão relacionadas com o aumento das necessidades energéticas impulsionadas pelo feto e pela lactogenese, enquanto sofrem uma acentuada diminuição da ingestão da MS devido às alterações físicas, comportamentais, metabólicas e hormonais presentes na altura do parto (Melendez & Risco, 2005). Como resultado, as vacas leiteiras entram num estado de BEN, que é agravado pela mobilização de nutrientes para a glândula mamária (Leroy & Vanholder, 2008, citados por Contreras & Sordillo, 2011).

Além disso, põe-se ainda a hipótese que o stress oxidativo pode estar etiológicamente relacionado com algumas das doenças e desordens durante o período de transição, pois indivíduos com níveis mais elevados de β HB e NEFA evidenciam níveis mais altos de metabolitos oxidativos e de menores níveis de antioxidantes [(Harrison et al., 1984; Smith et al., 1984; Grohn et al., 1989; Lomba, 1996) citados por Bernabucci, Ronchi, Lacetera & Nardone, 2005].

Os acontecimentos fisiológicos críticos que devem ser alvo de especial atenção durante o período de transição são: a adaptação do rúmen à dieta de alta densidade energética administrada no pós-parto precoce; a manutenção de concentrações normais de cálcio no sangue; a preservação de um sistema imunitário eficaz; e a conservação do balanço energético positivo até ao momento do parto (Melendez & Risco, 2005; Roche et al., 2000).

Com vista a atingir estes objectivos, a dieta de lactação deve ser iniciada 3 a 4 semanas antes do parto para permitir a adequada adaptação da flora ruminal; a vitamina E e selénio podem ser administrados na dieta para estimular o sistema imunitário (Ferguson, 1996); e a elaboração de dietas aniónicas devem ser adequadamente equilibradas para prevenir doenças metabólicas. Por fim, a ingestão de MS deve ser a máxima possível no período imediatamente a seguir ao parto para manter um BE positivo, razão pela qual requer o uso de alimentos altamente palatáveis, manejo alimentar adequado, espaço suficiente para cada vaca e frequência adequada de alimentação (Goff & Horst, 1997; Kehrl et al., 1998; Van Saun, 1997; citados por Roche et al., 2000).

Pode ainda ser benéfico a utilização de suplementos alimentares (Mulligan & Doherty, 2008). O propilenoglicol e a colina protegida podem ser úteis na prevenção de fígado gordo. O propilenoglicol impede a lipólise, enquanto a colina facilita a exportação de ácidos gordos do fígado na forma de VLDL, podendo assim produzir um efeito sinérgico quando utilizados estrategicamente contra a síndrome do fígado gordo (Grummer, 2008).

3.3.2 Estratégias para evitar o balanço energético negativo e melhorar a performance reprodutiva

A nutrição tem grande influência no desempenho reprodutivo das fêmeas, mas os mecanismos subjacentes permanecem ainda, no essencial, mal compreendidos (Gong, 2002).

Para o balanço energético melhorar, a produção de leite deve ser reduzida e/ou o consumo de energia deve ser aumentado. Como a redução da produção de leite não é uma estratégia desejada, o consumo energético deve ser aumentado após o parto (Grummer, 1995). Segundo o mesmo autor, isto pode ser alcançado aumentando a ingestão de matéria seca, aumentando a energia na dieta ou ambos.

Durante o período seco Golazo, Hayirli, Doepel e Ambrose (2009) constataram que ao restringir a MS no final desta etapa, a ingestão de MS pós-parto e o estado de saúde dos animais melhora de modo significativo, quando comparado com a maximização da ingestão de MS nesse mesmo período. Vacas alimentadas com restrição energética no final da gestação, obtiveram concentrações inferiores de NEFA nas 4 semanas após o parto, o que sugere menor mobilização da gordura corporal, maior ingestão de MS, e decréscimo na incidência de problemas no periparto (Agenas et al., 2003; Holtenius et al., 2003, citados por Golazo et al., 2009). Da mesma forma Dann et al. (2005) citados por Mulligan et al. (2006) e por Mulligan e Doherty (2008) concluem que pode ser vantajoso manter uma dieta altamente fibrosa ou com baixa energia durante todo o período seco.

Segundo Horan et al. (2005), vacas suplementadas no início da lactação com níveis mais altos de concentrado na dieta, perdem significativamente menos CCC após o parto, contudo os concentrados disponíveis variam consideravelmente no teor de proteína e energia, e qualquer um desses factores pode ter influência na produção de leite, no BEN e na fertilidade.

Devido às limitações associadas à adição de elevados níveis de concentrado, a suplementação com gordura protegida do rúmen, é um procedimento comum na dieta de vacas leiteiras, com vista a aumentar a densidade energética no início da lactação (Santos, 2007; Sartori, 2009). As gorduras na dieta podem afectar positivamente a reprodução pelas melhorias ao nível da função do CL e dos folículos ovários, pelas melhorias que podem exercer no balanço energético e por aumentarem os precursores de hormonas ligadas à reprodução, como esteróides e prostaglandinas (Mattos, Staples & Thatcher, 2000). De acordo com os mesmos autores, os ácidos gordos da família n-3 (omega 3) reduzem a síntese de $\text{PGF}_{2\alpha}$ pelos ovários e endométrio, diminuem a taxa de ovulação em ratos e atrasam o parto em ovelhas e humanos. Os ácidos gordos polinsaturados como o ácido linolénico, eicosapentaenóico e docosahexaenóico podem inibir a síntese de $\text{PGF}_{2\alpha}$: por diminuição da disponibilidade do precursor ácido araquidónico; por competição entre esses ácidos com o ácido araquidónico para se ligarem à prostaglandina H síntase; ou por inibição da síntese e actividade da prostaglandina H síntase. A manipulação do perfil de ácidos gordos na dieta por ser potencialmente utilizado para suprimir a síntese de $\text{PGF}_{2\alpha}$ uterina durante a gravidez precoce, e assim contribuir para a redução da morte embrionária (Mattos et al., 2000).

A suplementação com propilenoglicol, precursor da glicose e possível estimulador da secreção de insulina, pode ser uma alternativa para reduzir o BEN e estimular a função ovárica no início da lactação (Miyoshi, Pate & Palmquist, 2001). Os mesmos autores administram 500 ml PG/dia *per os*, desde o dia 7 ao dia 42 após o parto e observam um aumento no balanço energético, glicose e insulina sanguínea. O número de dias até à primeira ovulação diminui (32 contra os 45 do grupo de controlo), enquanto a duração da

fase lútea durante o primeiro ciclo éstrico aumenta de 6 para 13 dias nas vacas que receberam o tratamento. Outro estudo concretizado por Chagas, Gore, Meier, Macdonald e Verberk (2007) testa o efeito da suplementação de monopropilenoglicol (250 ml duas vezes ao dia) em primíparas durante 16 semanas após o parto e qual o efeito na secreção de LH, no intervalo até à primeira ovulação e na produção de leite. Estes autores concluíram que em novilhas que parem com baixa condição corporal, a administração de monopropilenoglicol é favorável na redução do intervalo até a primeira ovulação e na diminuição da percentagem de vacas em anestro persistente. Pickett, Piepenbrinka e Overtont (2003) efectuaram nas primeiras três semanas após o parto tratamentos com 500ml de PG, tendo diminuído as concentrações plasmáticas de NEFA e de β HB durante os primeiros sete dias pós-parto, sem aumentar a ingestão de MS, o nível de insulina ou a produção de leite. Para além da suplementação com PG, os mesmos autores adicionaram 454 gramas de gordura ao PG, sendo que neste caso nem a glicose nem as concentrações de glicogénio hepático aumentaram, ao contrário do que ocorreu no tratamento só com PG. A suplementação com propionato pode ser potencialmente útil para fornecer substrato para a gluconeogénese hepática (Overton & Waldron, 2004). Este autor relata investigações realizadas por Mandebvu et al. (2003), Beem et al. (2003) e Stokes e Goff (2001). Os primeiros autores citados, verificaram que a suplementação alimentar com 110 g/dia de propionato não afectava a produção leiteira, mas diminuía as concentrações plasmáticas de NEFA e de corpos cetónicos na urina. Em oposição aos outros autores, que não notaram qualquer melhoria no estado energético dos animais quando adicionado propionato à alimentação.

Apesar de a utilização de antibióticos como suplementos alimentar ser proibida na Europa, a monensina e o seu potencial gluconeogénico é frequentemente descrita como benéfica na redução da incidência de cetose (Duffield, 2006). Este autor cita várias pesquisas efectuadas por Green (1999) e Duffield et al. (1998b), em que a administração de cápsulas de monensina (335mg) três semanas antes do parto, provoca um aumento na glicose sanguínea e deprime as concentrações de β HB, bem como diminui a incidência, prevalência e duração da cetose sub-clínica.

O tipo de energia utilizada na alimentação influencia significativamente a fertilidade das vacas leiteiras (Mulligan, O'Grady, Gath, Rice & Doherty et al., 2007). Dietas com elevada concentração de nutrientes glicogénicos (principalmente propionato ruminal e glicose) podem favorecer a mobilização de menos tecido adiposo, do que dietas com elevada proteína ou gordura (Beever, 2006 e Gong, 2002). Várias publicações indicam que a alimentação com proteína degradável no rúmen (RDP) em excesso, têm um efeito negativo sobre a fertilidade (Mulligan et al., 2007). Segundo o mesmo autor, existem vários mecanismos propostos por Westwood et al. (2000) para este efeito, incluindo a exacerbação do BEN em vacas alimentadas com dietas ricas em RDP, quando comparado com dietas

ricas em proteína não degradada no rúmen (RUP). Quando a proteína é extensivamente degradada no rúmen ou utilizada como fonte de energia, resulta em resíduos metabólicos como amônia e ureia, o que pode exacerbar os efeitos metabólicos responsáveis pelo detrimento na reprodução e na fertilidade. A ureia diminui o pH no fluido uterino, dando origem a distúrbios no desenvolvimento folicular e no crescimento embrionário, pelo que é recomendado limitar a RDP até 10% de MS (Tamminga 2006). Os excessos alimentares de RUP têm supostamente menor consequência na fertilidade de vacas leiteiras do que o excesso em RDP, no entanto podem aumentar a produção de leite e exacerbar o BEN (Mulligan et al., 2007).

O glicerol entra na via metabólica da glicose numa etapa diferente dos outros precursores glucogénicos. Quando as vacas utilizam as reservas energéticas como fonte de energia, os ácidos gordos e o glicerol são libertados para a corrente sanguínea. Este pode ser convertido em glicose, pelo fígado ou rins, para fornecer energia para o metabolismo celular, o que o torna o glicerol possivelmente eficaz no tratamento da cetose em vacas leiteiras [(Leng, 1970; Krebs & Lund, 1966) citados por Wang et al., 2009]. Os mesmos autores relatam que vacas *Holstein* suplementadas com glicerol têm a glicose sanguínea aumentada e menores concentrações de NEFA, de β HB e de corpos cetónicos na urina aos 7, 14 e 21 dias de lactação, melhorando assim o estado energético dos animais.

4. CASO DE ESTUDO

4.1 Objectivo

O objectivo deste estudo foi avaliar o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras e verificar qual o nível de CCC na altura do parto que está associado com melhores resultados reprodutivos.

Pretendeu ainda identificar qual o nível de condição corporal que está associado a menores perdas de CCC no período pós-parto, e por fim relacionar a variação de CCC com os vários factores associados à produção leiteira.

4.2 Amostra

Este estudo foi efectuado na Irlanda e incluiu uma amostra total de 4 explorações (Tabela 7), perfazendo um total de 284 vacas adultas em lactação, da raça *Holstein-Frísia*. Para a amostra total de animais, foram avaliados os desempenhos reprodutivos na época reprodutiva que teve início em Janeiro de 2010 ou em Abril de 2010 (na maioria das explorações).

Antes da época reprodutiva em análise, procedeu-se à avaliação da condição corporal na data do parto de 234 vacas e das respectivas perdas de condição corporal pós-parto (n=230 vacas).

Relativamente às explorações em estudo, todas praticam um sistema de produção semi-extensivo e realizam épocas reprodutivas sazonais na Primavera. Sendo que esta inciou-se com recurso a IA e posteriormente efectuou-se monta natural. Os partos estavam previstos para decorrer entre os meses de Janeiro e Junho do ano seguinte.

A detecção do cio é feita apenas por observação dos animais e dos sinais de estro. Por motivos económicos e por decisão dos produtores, não é aplicado em nenhuma das explorações protocolos de sincronização do estro.

4.3 Material e métodos

4.3.1 Caracterização das explorações

Tabela 7: Dados das explorações que integram o estudo

EXPLORAÇÕES	<p>37 vacas;</p> <p>Média de produção de leiteira em 305 dias em leite: 6.678,L;</p> <p>IA teve início a 20 de Abril de 2010 e terminou a 20 de Junho do mesmo ano;</p> <p>Monta natural decorreu entre 21 de Junho e 8 de Agosto;</p> <p>A Partos previstos para decorrer entre Janeiro e Abril de 2011;</p> <p>Efectivo vacinado para salmonella e leptospirose;</p> <p>Testado anualmente para BVD (resultado negativo);</p> <p>Controlo parasitário de <i>Fasciola hepática</i>, <i>Dictyocaulus viviparus</i> e parasitas gastrointestinais;</p>
	<p>59 vacas;</p> <p>Média de produção leiteira em 305 dias em leite: 6.761L;</p> <p>IA teve início a 14 de Abril de 2010 e terminou a 16 de Julho do mesmo ano;</p> <p>Monta natural decorreu entre 18 de Junho e 26 de Julho;</p> <p>B Parto previstos para decorrer entre os Janeiro e Abril de 2011;</p> <p>Efectivo vacinado para salmonella e leptospirose;</p> <p>testado anualmente para BVD (resultado negativo);</p> <p>Controlo parasitário de <i>Fasciola hepática</i>, <i>Dictyocaulus viviparus</i> e parasitas gastrointestinais;</p>
	<p>122 vacas;</p> <p>Média de produção leiteira em 305 dias em leite: 6.565L;</p> <p>IA teve início a 29 de Abril de 2010 e terminou a 16 de Julho do mesmo ano;</p> <p>Monta natural decorreu entre 1 de Maio e 18 de Agosto;</p> <p>C Partos previstos para decorrer entre Janeiro e Abril de 2011;</p> <p>Efectivo vacinado para salmonella e leptospirose;</p> <p>Testado anualmente para BVD (resultado negativo);</p> <p>Controlo parasitário de <i>Fasciola hepática</i>, <i>Dictyocaulus viviparus</i> e parasitas gastrointestinais.</p>
	<p>67 vacas;</p> <p>Média de produção leiteira em 305 dias em leite: 7.527L;</p> <p>IA teve início a 26 de Janeiro de 2010 e terminou a 26 de Agosto do mesmo ano;</p> <p>Monta natural decorreu entre 13 de Abril e 3 de Setembro;</p> <p>D Partos previstos para decorrer entre Janeiro e Junho de 2011;</p> <p>Efectivo vacinado para salmonella e leptospirose;</p> <p>Testado anualmete para BVD (resultado negativo);</p> <p>Controlo parasitário de <i>Fasciola hepática</i>, <i>Dictyocaulus viviparus</i> e parasitas gastrointestinais.</p>

4.3.2 Tratamento de dados

O *Herd Health Group*, é um grupo associada à UCD que presta assistência veterinária a explorações agropecuárias na Irlanda e durante dois anos manteve os registos dos dados relativos ao desempenho reprodutivo das 4 explorações leiteiras.

O programa *Irish Farm Computers* (IFC[®]) desenvolvido em 1999 pela *Agrinet* é amplamente utilizado pelos produtores e veterinários para caracterizar e registar todos os dados relevantes na gestão e manejo das explorações leiteiras. A partir deste programa, foi possível obter os parâmetros reprodutivos das explorações em estudo. Os dados constantes nas bases de dados deste programa foram posteriormente transferidos para uma folha de cálculo do programa Excel[®] da Microsoft e guardados para análise (Anexo 2).

A análise estatística foi efectuada através do programa informático R[®]. Para um nível de significância estatística $p < 0,05$, utilizou-se o teste de Qui-quadrado para as variáveis qualitativas. Para as variáveis quantitativas foi utilizado o teste *t* e o teste *Wilcoxon*, enquanto que para as variáveis independentes efectuou-se o teste univariável *Anova* com comparação entre grupos. Foi ainda realizado um modelo de regressão logística binomial.

4.3.3 Parâmetros avaliados no estudo

- A condição corporal das vacas foi avaliada numa escala de 5 pontos (1=emaciada a 5=obesa), segundo o método de Edmonson et al. (1989) e de acordo com a tabela de consulta presente no Anexo 1;
- A perda de condição corporal pós-parto foi avaliada todas as semanas até ao início da época reprodutiva, registando-se apenas a perda máxima de condição corporal durante esse período;
- Diagnóstico de gestação foi feito por palpação trans-rectal e ecografia;
- A produção leiteira em 305 dias em leite (DEL) foi dividida em grupos (1º a 4º quartil) para simplificar o cálculo dos índices de fertilidade. O 1º quartil corresponde às vacas nos primeiros 25% de produção leiteira, o 2º quartil até 50%, o 3º quartil até 75% e por fim o 4º quartil a 100%;
- O número de lactações foi agrupado em: 1ª; 2ª; 3ª; e 4ª ou mais lactações na avaliação da performance reprodutiva por exploração;
- Os parâmetros reprodutivos desejados para vacas com partos sazonais são os anteriormente referidos na Tabela 4;
- Parâmetros reprodutivos calculados:
 - Percentagem de animais elígeis no início da época reprodutiva,
 - A taxa de submissão (TS) diz respeito ao número de animais inseminados que foram observados em cio 21 dias após o período voluntário de espera e foi calculada por: exploração; nível de produção leiteira; número de lactações;

- Taxa de concepção (TC) por: exploração; nível de produção leiteira; número de lactações; IA ou monta natural; diferentes escalas de CCC no parto e grupos de perda de CCC pós-parto.
- Número de serviços por concepção;
- Percentagem de animais gestantes (PAG) por: exploração; nível de produção de leiteira; número de lactações; diferentes escalas de CCC no parto; grupos de perda de condição corporal pós-parto;
- Média do intervalo parto – 1º serviço (IP1ºS) é o número médio de dias desde o parto até ao primeiro serviço e foi calculado por: exploração; nível de produção leiteira; número de lactações; diferentes escalas de CCC no parto; grupos de perda de condição corporal pós-parto;
- Média do intervalo parto – concepção (IPC), ou número medio de dias desde o parto até à concepção, tendo-se calculado por: exploração; nível de produção leiteira; número de lactações; diferentes escalas de CCC no parto; grupos de perda de condição corporal pós-parto.

4.4 Resultados

4.4.1 Parâmetros reprodutivos por exploração

No final da época reprodutiva, que teve início em Abril de 2010 nas explorações A, B e C e em Janeiro de 2010 na exploração D, obtiveram os parâmetros reprodutivos gerais que se encontram representados na Tabela 8.

Nas Tabelas 9, 10, 11 e 12 estão representados os parâmetros avaliados por cada exploração (PAG; TS; TC; IP-1ºS e IPC), por nível de produção leiteira e por número de lactações.

Tabela 8: Principais parâmetros reprodutivos obtidos nas explorações

Exploração	Performance			
	A	B	C	D
Eligíveis no início da época reprodutiva (%)	65	72	94	39
Taxa de submissão (inicio época reprodutiva %)	78	90	62	61
Taxa de concepção IA (%)	45	40	26	31
Taxa de concepção (touro) (%)	23	40	40	33
Nº serviços por concepção	2,6	2,5	3,1	2,9
Intervalo parto-1º serviço (dias)	60	75	109	96
Intervalo parto-concepção (dias)	77	98	133	122
Animais gestantes (%)	68	85	70	87

Tabela 9: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração A

		n	PAG	TS	TC (1ºS)	IP1ºS (dias)	IPC (dias)
305 DEL	1º quartil	10	90%	90%	60%	56	66
	2º quartil	10	80%	100%	50%	47	60
	3º quartil	8	50%	63%	25%	69	81
	4ºquartil	9	44%	78%	29%	71	134
Nº de lactações	1	12	100%	92%	67%	56	66
	2	6	67%	83%	50%	45	60
	3	3	67%	67%	67%	72	81
	4+	16	44%	69%	14%	67	134

n: número de animais; PAG: percentagem de animais gestantes; TS: taxa de submissão; TC(1ºS): taxa de concepção ao 1º serviço; IP1ºS: intervalo entre o parto e o 1ºserviço; IPC: intervalo entre o parto e a concepção.

Tabela 10: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração B

		n	PAG	TS	TC (1ºS)	IP1ºS (dias)	IPC (dias)
305DEL	1º quartil	15	93%	91%	60%	87	100
	2º quartil	14	93%	100%	50%	75	95
	3º quartil	14	86%	92%	35%	67	95
	4ºquartil	15	67%	80%	63%	69	102
Nº de lactações	1	19	100%	95%	14%	79	91
	2	7	86%	100%	63%	57	94
	3	8	88%	100%	63%	105	125
	4+	25	72%	80%	28%	66	95

n: número de animais; PAG: percentagem de animais gestantes; TS: taxa de submissão; TC(1º S): taxa de concepção ao 1º serviço; IP1ºserviço: intervalo entre o parto e o 1ºserviço; IPC: intervalo entre o parto e a concepção.

Na Tabela 10, faltam os dados da produção leiteira em 305 DEL de 1 vaca, pois os valores da produção leiteira deste animal não se encontravam disponíveis.

Tabela 11: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração C

		n	PAG	TS	TC (1ºS)	IP1ºS (dias)	IPC (dias)
305DEL	1º quartil	31	81%	77%	32%	105	131
	2º quartil	30	67%	70%	18%	94	128
	3º quartil	29	66%	48%	15%	103	139
	4ºquartil	29	69%	52%	38%	129	132
Nº lactações	1	29	79%	90%	38%	123	131
	2	32	78%	84%	23%	100	134
	3	27	67%	78%	32%	109	134
	4+	34	59%	79%	15%	105	146

n: número de animais; PAG: percentagem de animais gestantes; TS: taxa de submissão; TC(1º S): taxa de concepção ao 1º serviço; IP1ºS: intervalo entre o parto e o 1ºserviço; IPC: intervalo entre o parto e a concepção.

Na Tabela 11, faltam os dados da produção em 305 DEL de 3 vacas, uma vez que os valores da produção leiteira destes animais não se encontravam disponíveis.

Tabela 12: Parâmetros reprodutivos por grupo de produção leiteira e por número de lactações na exploração D

		n	PAG	TS	TC (1ºS)	IP1ºS (dias)	IPC (dias)
305DEL	1º quartil	17	82%	47%	35%	108	137
	2º quartil	16	100%	63%	19%	87	124
	3º quartil	14	86%	79%	14%	77	86
	4ºquartil	17	82%	53%	24%	92	124
Nº de lactações	1	16	88%	47%	25%	95	122
	2	13	92%	63%	8%	136	153
	3	12	75%	79%	33%	95	105
	4+	26	88%	53%	27%	77	113

n: número de animais; PAG: percentagem de animais gestantes; TS: taxa de submissão; TC(1º S): taxa de concepção ao 1º serviço; IP1ºS: intervalo entre o parto e o 1ºserviço; IPC: intervalo entre o parto e a concepção.

4.4.2 Análise estatística

Na Tabela 13, encontram-se os resultados para a CCC registada no parto de apenas 234 animais, pois as restantes vacas não tinham os dados acessíveis para se efectuar a análise estatística.

Para estes animais foram calculados a TC ao primeiro serviço, o intervalo parto – 1º serviço, o intervalo parto – concepção e o número de vacas gestantes ou não (expresso em percentagem), por nível de condição corporal no momento do parto.

Nas Tabelas 13 e 14 estão ainda incluídos, respectivamente, dados relativos à CCC e à perda de condição corporal pós-parto de 14 vacas, que foram posteriormente para refugo e que por essa razão não estão incluídas nos dados da época reprodutiva.

4.4.2.1 Parâmetros reprodutivos para a condição corporal no parto

Tabela 13: Resultados obtidos para a condição corporal no parto

	n	%	TC1ºS (%)	IP1ºS (dias)	IPC (dias)	Gestante (%)	
						Não	Sim
2	1	0,4	0,0	47,0	138	0,0	100,0
2,25	3	1,3	33,3	225,0	78,0	66,7	33,3
2,5	20	8,6	40,0	87,6	105,1	45,0	55,0
2,75	82	35,0	26,8	91,3	122,6	39,0	61,0
3	55	23,5	40,0	83,8	97,1	23,6	76,4
3,25	48	20,5	31,3	61,3	86,9	16,7	83,3
3,5	18	7,7	66,7	60,8	74,4	5,6	94,4
3,75	3	1,3	33,3	60,3	81,5	33,3	66,7
4	3	1,3	66,7	45,0	53,7	0,00	100,0
4,25	1	0,4	0,0	30,0	43,0	0,00	100,0
Valor de p	-	-	-	<0,01	0,02	0,02	

n: número de vacas; %: percentagem de vacas; TC1ºS: taxa de concepção ao primeiro serviço; IP1ºS: intervalo parto - 1º serviço; IPC: intervalo parto – concepção; Gestante: sim (confirmados como gestantes), não (confirmados como não gestantes).

Para o intervalo parto - 1º serviço as variações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) encontram-se entre as seguintes escalas de CCC: 2,5 – 2,25; 2,75 – 2,25; 3 – 2,25; 3,25 – 2,25; 3,5 – 2,25 e 4 – 2,25. Quanto ao intervalo parto – concepção obteve-se valores significativos entre: 3,25 – 2,75 e 3,5 – 2,75 de CCC.

Os animais gestantes apresentavam em média 3,03, o que corresponde a uma mediana de 3 de CCC, enquanto que os animais não gestantes tinham em média 2,84, com uma mediana de 2,75 de CCC.

As Figuras 9, 10 e 11 representam, respectivamente, as variações no intervalo parto – 1º serviço, no intervalo parto – concepção e na percentagem de animais gestantes ou não, quanto ao nível de condição corporal na altura do parto. Nas figuras mencionadas, as linhas a negrito presentes nos *boxplots*, representam a média dos parâmetros em análise.

Figura 9: Média de dias desde o parto até ao 1º serviço nos diferentes níveis de condição corporal no parto

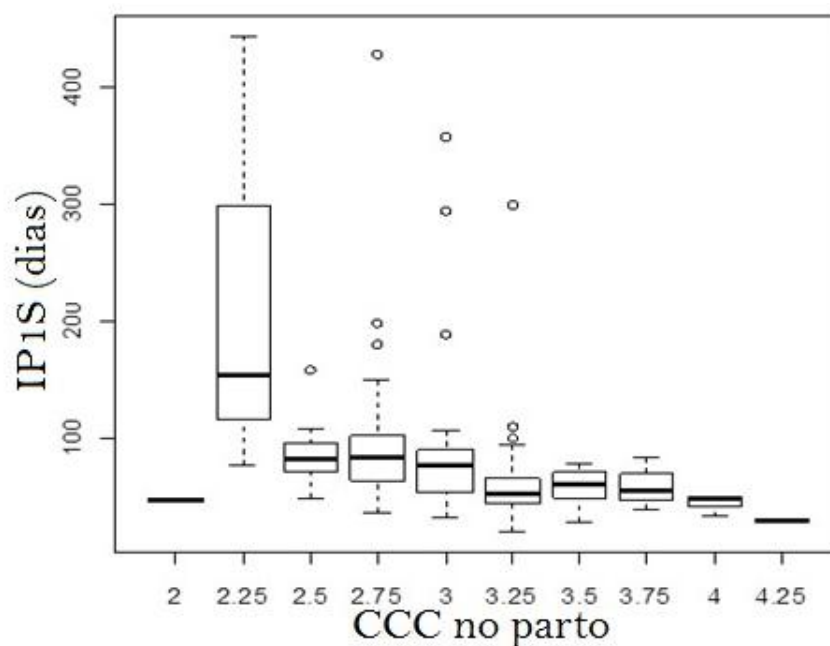


Figura 10: Média de dias desde o parto até à concepção nos diferentes níveis de condição corporal no parto

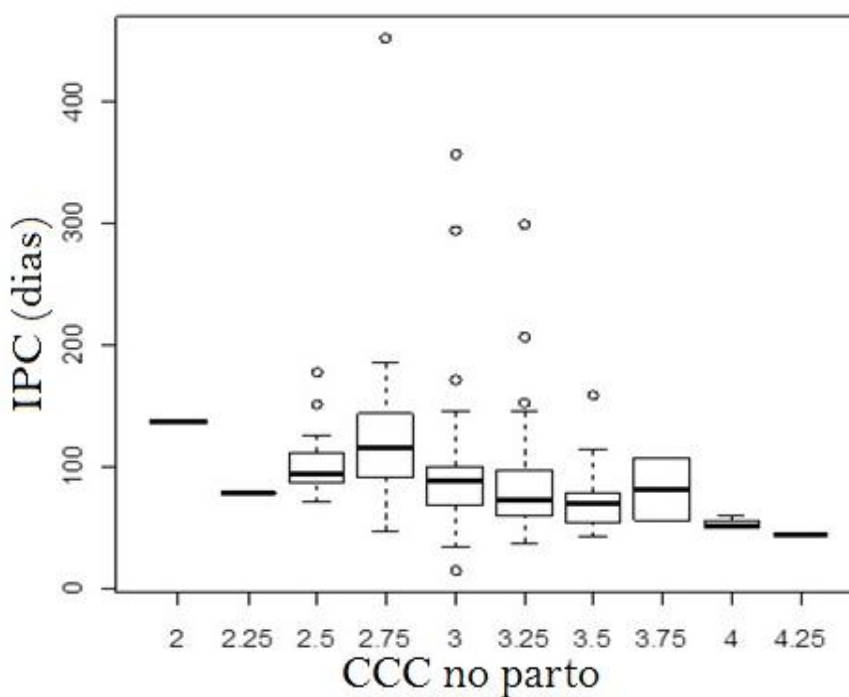
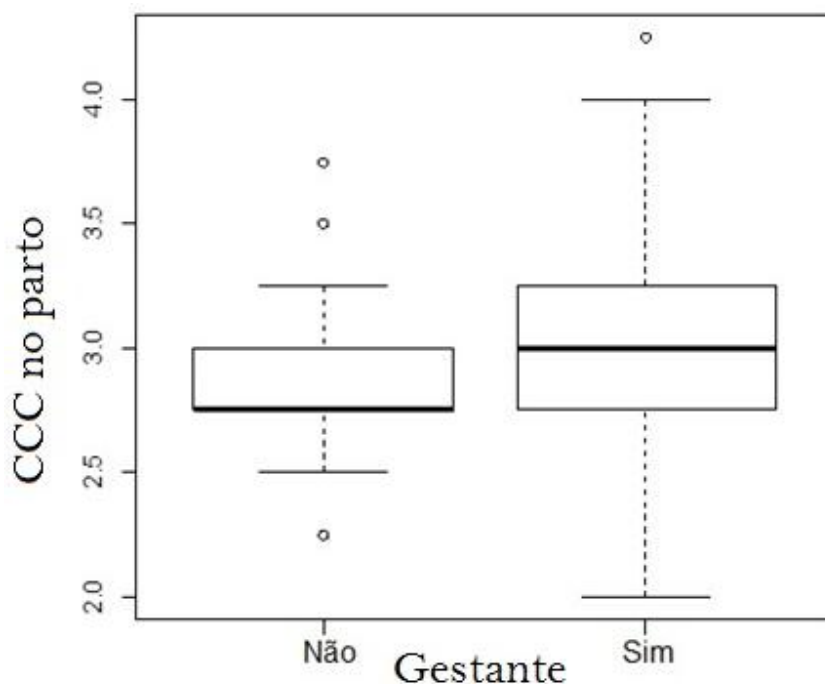


Figura 11: Média da condição corporal no parto nas vacas gestantes e nas não gestantes



4.4.2.2 Parâmetros reprodutivos por perda de condição corporal pós-parto

Na Tabela 14 está representada a perda de condição corporal após o parto de 230 animais. A perda de CCC pós-parto foi classificada em “alta” se a perda de CCC $\geq 0,5$ ou em “baixa” se $< 0,5$. Para as duas classificações de perda de condição corporal foi calculada a média dos respectivos parâmetros em estudo (CCC no parto, lactações, produção leiteira, IP1ºS, IPC e percentagem de animais gestantes). Estes dados foram analisados estatisticamente (valor de p) para verificar se a perda de CCC PP tem influência nos parâmetros mencionados.

Tabela 14: Resultados obtidos para a perda de condição corporal após o parto

	n	%	TC(1ºS)	CCCparto	N lact	305DEL	IP1ºS	IPC	Gestante (%)	
									Não	Sim
Perda de CCC Alta	99	43	29,8	3,2	3,6	7212,5	74,8	95,8	21	79
Perda de CCC Baixa	131	57	40,4	2,8	2,7	6216,4	84,3	102,4	31	69
p	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	0,19	0,44	0,09	

n: número de vacas; %: percentagem de vacas; TC(1ºS): taxa de concepção ao 1º serviço; CCCparto: média de CCC no parto anterior; N lact: número de lactações; 305 DEL: produção leiteira em 305 dias em leite; IP1ºS: intervalo parto-1º serviço; IPC: intervalo parto – concepção; Gestante: sim (confirmados como gestantes); não (confirmados como não gestantes).

Na Tabela 14, estão representados os valores da média da CCC no parto por grupo de perda de condição corporal após o parto. As medianas para a perda “alta” e para a perda “baixa” são respectivamente, 3,25 e 2,75 de CCC (Figura 12).

Nas Figuras 12, 13, 14, 15 e 16 é possível verificar as variações nos parâmetros representados na tabela anterior para a perda de condição corporal após o parto, excepto para a TC e para percentagem de animais gestantes ou não.

Figura 12: Variação na condição corporal nos grupos de perda de condição corporal pós-parto

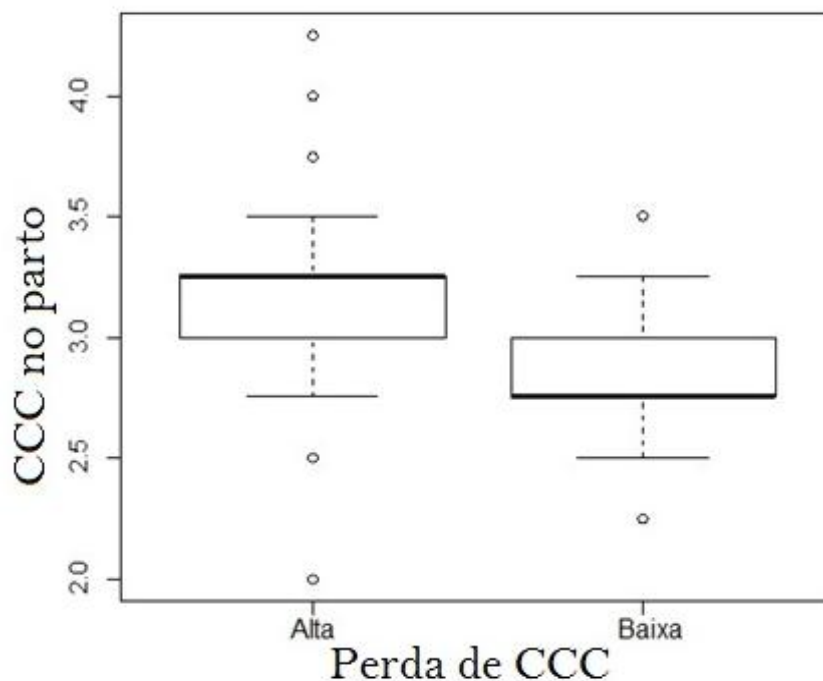


Figura 13: Média do número de lactações por grupos de perda de condição corporal pós-parto

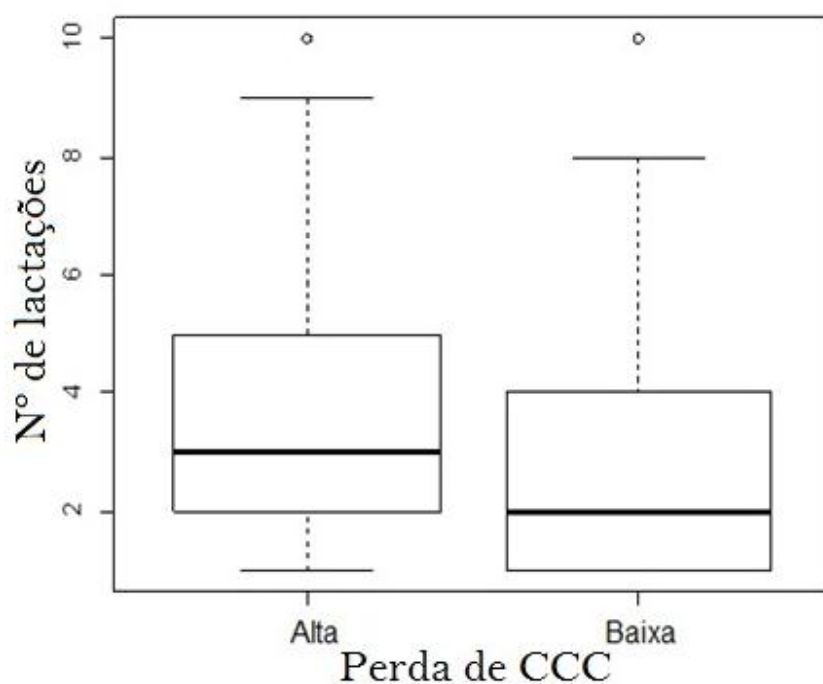


Figura 14: Média da produção leiteira nos grupos de perda de condição corporal pós-parto

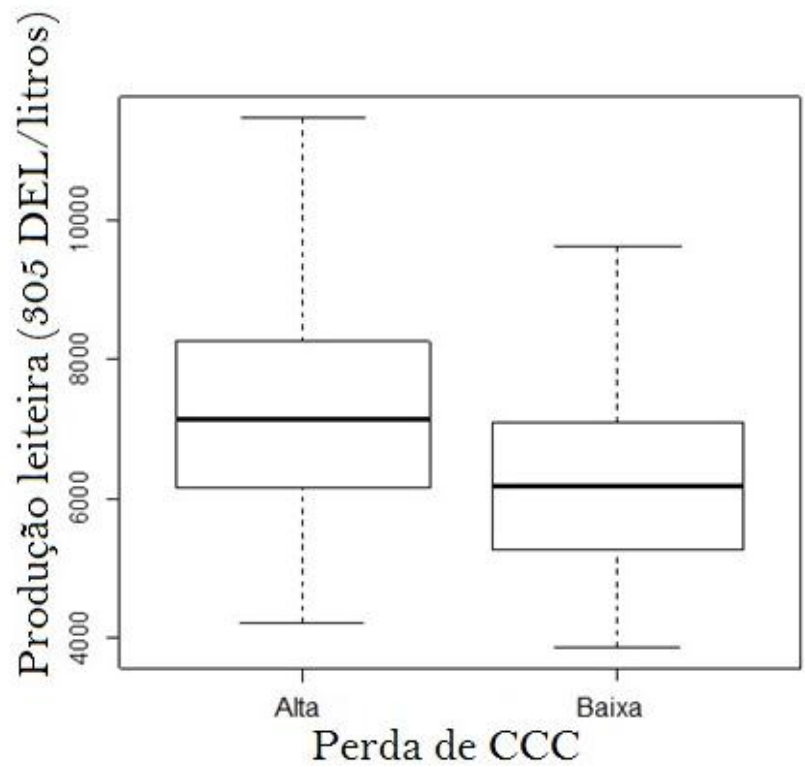


Figura 15: Média de dias desde o parto até ao 1º serviço nos grupos de perda de condição corporal pós-parto

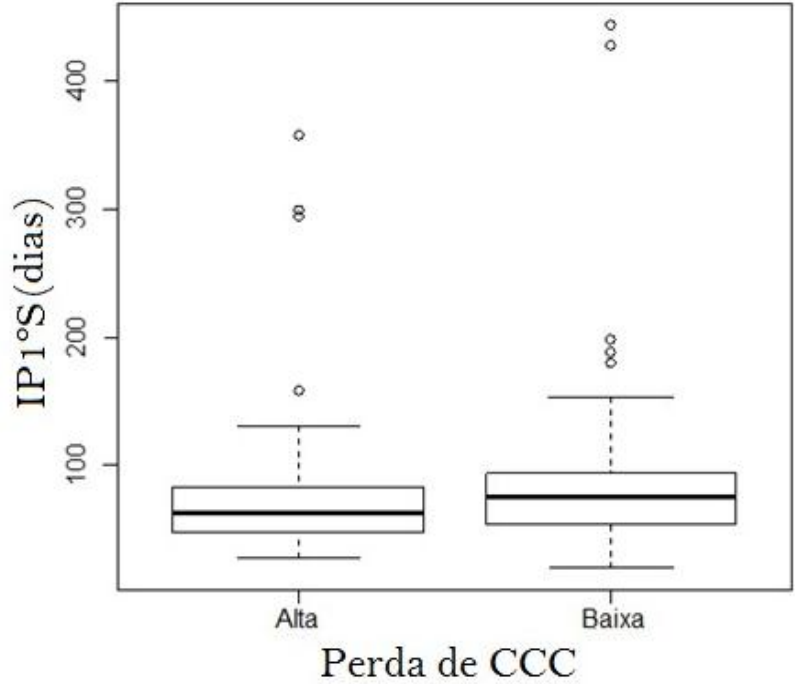
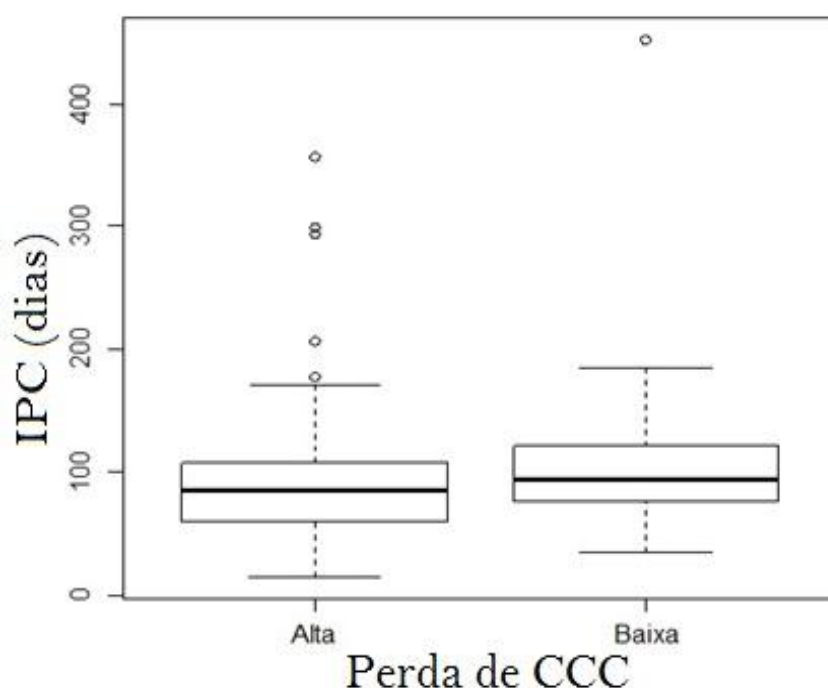


Figura 16: Média de dias desde o parto até à concepção nos grupos de perda de condição corporal pós-parto



Um modelo de regressão logística binomial (Figura 17) foi utilizado para calcular a probabilidade da perda de condição corporal ser alta (perda de CCC $\geq 0,5$), para um valor de $p < 0,05$ com uma sensibilidade de 76% e uma especificidade de 86,5%, tendo como variáveis o número de lactações, a produção em leite durante 305 dias e a condição corporal no parto (Tabela 15). Os valores de β presentes nesta tabela, são depois introduzidos na fórmula da Figura 17, em conjunto com os dados das vacas (número de lactações; 305 DEL; CCC no parto) que são igualmente inseridos na fórmula (substituem x_1, \dots, x_k). Assim, obtém-se a probabilidade de os animais apresentarem elevada perda de CCC no período após o parto.

Figura 17: Modelo de regressão logística binomial para a probabilidade da perda de condição corporal pós-parto ser alta

$$P(\text{perda alta CCC}) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki})}}$$

Tabela 15: Valores das variáveis no modelo de regressão logística binomial para a probabilidade da perda de condição corporal pós-parto ser alta

	β	Valor de p
Intersecção da recta (β_0)	20,6176272	$4,15 \times 10^{-13}$
CCC no parto (β_1)	-5,3268911	$9,96 \times 10^{-12}$
Nº lactações (β_2)	-0,0844593	0,47139
305 DEL (β_3)	-0,0006133	0,00033

4.5 Discussão dos resultados

4.5.1 Fertilidade por exploração

A eficiência reprodutiva pode ser descrita como a capacidade de uma vaca engravidar e produzir descendentes viáveis (Ball & Peters, 2004). No geral, todas as explorações estudadas tiveram índices de fertilidade abaixo dos parâmetros desejados ou pretendidos (Tabela 4).

A exploração A, foi a que teve a menor percentagem de animais gestantes (68%), possivelmente devido a baixas taxas de concepção e de submissão, 45% e 78% respectivamente. O que resultou em apenas 25 animais gestantes, dos 37 incluídos no estudo. Neste caso, é possível verificar na Tabela 9 que os animais com maior produção leiteira (4º quartil) e com maior número de lactações (4 ou mais) diminuíram significativamente a performance reprodutiva desta exploração, contribuindo para taxas de submissão e taxas de concepção mais baixas. Como os animais com mais de 4 lactações representam cerca de 54% do efectivo total, é possível que esta seja uma das razões para os maus índices de fertilidade obtidos. Quanto às vacas de elevada produção (3º e 4º quartil), a performance reprodutiva foi bastante baixa. A taxa de concepção foi de apenas 24%, o que vem, mais uma vez, sustentar a ideia que a selecção para a elevada produção de leite não é compatível com bons índices de fertilidade (Pryce et al., 2004; Swalve, 2008). Ainda nestes animais, a taxa de submissão aos 21 dias após o PVE foi apenas 56%, quando deveria ser 90%, o que pode ser um sinal de que a expressão do estro é menor nestes animais ou que a detecção do mesmo não está a ser efectuada correctamente. Como já foi referido por Senger (1994), o actual declínio na eficiência reprodutiva pode estar associado à fraca expressão ou à falha no reconhecimento dos sinais de estro.

Na exploração B, verifica-se novamente que os animais com produção leiteira ou com maior número de lactações têm, consideravelmente, pior desempenho reprodutivo, com menores TC. No entanto, a TS de todo o efectivo atingiu um valor bastante alto para este parâmetro (90%), o que justifica que mesmo com TC mais baixas do que o desejado, 85% das vacas desta exploração tenham ficado gestantes (50 em 59). Este parâmetro demonstra que nesta exploração a detecção do estro é efectuada com bastante eficiência,

A exploração C, que era a que tinha maior número de animais (122), conseguiu terminar a época reprodutiva com 85 vacas gestantes. Verifica-se, novamente, os mesmos problemas das explorações anteriores com os animais de elevada produção leiteira. Além disso, nota-se que a TC para a IA é bastante mais baixa (26%) do que a efectuada por monta natural. Segundo Esslemont (2001), uma baixa TC leva ao aumento do IPC e ao aumento do número de IA. De facto, nesta exploração foram necessárias 3,3 inseminações por concepção, o que é um valor superior ao limite definido na Tabela 4 para vacas com partos sazonais. Nesta situação em particular, a baixa performance obtida pode não ser só devido

a menor fertilidade nestas vacas, mas por motivos ligados ao serviço de IA (técnica, momento da inseminação, entre outros). Põe-se ainda, a hipótese da baixa fertilidade ser causada por agentes infecciosos. Como a pesquisa de anticorpos para a presença de BVD teve resultado negativo e estes animais são vacinados para a leptospirose e salmonella, pode-se suspeitar que a presença de IBR ou neosporose no efectivo, possa estar a causar infertilidade, abortos ou reabsorção embrionária. As infecções sub-clínicas de IBR podem afectar a fertilidade, tendo sido demonstrado em vários estudos a diminuição da TC nos animais inoculados em laboratório com IBR (Ata, Kale, Yavru, Bulut & Buyukyoruk, 2006). No entanto, não foi possível efectuar o despiste destes agentes infecciosos, e confirmar ou não, se são responsáveis pela má performance reprodutiva obtida nesta exploração. Na Irlanda, a paratuberculose é um problema em muitas explorações e para além dos sinais mais frequentes (perda de peso, diarreia, entre outros), pode igualmente estar associada a menor fertilidade.

Por fim, na exploração D, 58 em 67 vacas ficaram gestantes no final do estudo efectuado. Esta exploração acabou por conseguir que 87% dos seus animais ficassem gestantes, contudo é notório que a TC ao 1º serviço foi bastante baixa em todos os animais, independentemente do nível de produção leiteira e do número de lactações. Pode-se ainda verificar pela taxa de submissão a 60% e por intervalos parto concepção e parto 1º serviço alargados, que provavelmente houve dificuldades na detecção ou manifestação do estro, ou mesmo atraso no retorno à ciclicidade.

Na maioria das explorações em estudo, a detecção do estro teve grande influência no desempenho reprodutivo obtido. Talvez fosse mais vantajoso, utilizar algum dos métodos auxiliares referidos anteriormente por Cavalieri et al. (2003), ou até mesmo efectuar a sincronização do estro com tratamentos hormonais (injecções de prostaglandina ou dispositivos intravaginais com P₄), e assim aumentar a eficiência na detecção do estro ou efectuar inseminações a tempo fixo (Penny, 1998).

4.5.2 Efeito da condição corporal no parto sobre a performance reprodutiva

Um dos objectivos deste estudo, é relacionar a condição corporal com a fertilidade em vacas leiteiras, em sistemas de partos sazonais na Irlanda. No presente estudo, a condição corporal no parto variou entre 2 e 4,25 no total do efectivo. Com a maior proporção dos animais a apresentarem entre 2,75 e 3,25 de CCC, na altura do parto.

Foi possível concluir que o intervalo parto – 1º serviço e o intervalo parto – concepção estão estatisticamente relacionados ($p < 0,05$) com a condição corporal no momento do parto. Para o intervalo parto – 1º serviço, as variações altamente significativas nas diferentes CCC ocorreram entre 2,5 e 2,25; 2,75-2,25; 3 – 2,25; 3,25 – 2,25; 3,5 – 2,25; 4 – 2,25. Enquanto que para o IPC, o valor maior significativo foi entre 3,5 – 2,75 de CCC.

O grau de subnutrição pode alterar os padrões típicos do crescimento folicular e ovulação. (Jolly et al. 1996, citado por Montiel & Ahuja, 2005). De facto, as vacas com condição corporal de 2,25 tiveram um intervalo parto - 1º serviço exageradamente longo (225 dias). Contudo, há que ter em atenção que a amostra de animais para esta escala de CCC é de apenas 3 vacas e, possivelmente, um destes indivíduos não ficou gestante na época reprodutiva anterior, contribuindo assim para o aumento deste intervalo. Neste caso, o elevado IP1ºS pode não estar relacionado com o estado nutricional destes animais.

Crowe (2008) e Mulligan et al. (2006) afirmam que a chave para otimizar o retorno à ciclicidade é terminar a gestação com CCC entre 2,75 e 3,0. No entanto, quando calculado o número médio de dias até ao 1º serviço e até à concepção, não foram estas duas escalas de CCC com os melhores resultados, mas sim os animais com a condição corporal entre 3,25 e 3,5, o que está mais próximo da CCC considerada por Roche et al. (2009) como sendo ideal no momento do parto. É ainda possível comprovar que os animais com 3,5 de CCC, têm taxas de concepção ao primeiro serviço superiores (TC1ºS=66,7%) aos outros animais em estudo.

A condição corporal no parto, também pode influenciar a percentagem de animais gestantes ($p=0,02$). Os animais dados como não gestantes nesta época reprodutiva, apresentavam uma condição corporal no parto anterior próximo da escala de 2,75 (média de “não” = 2,4), enquanto que os animais gestantes tinham 3 de CCC (média de “sim” = 3,0).

Roche et al. (2009), reuniu resultados de vários autores que relacionaram as variações da condição corporal nas diferentes fases de lactação, com a fertilidade das vacas. A maioria dos resultados, consideram que a CCC no parto não é significativa para os parâmetros relacionados no presente estudo, ao contrário da CCC durante a lactação, que pode ter maior impacto na fertilidade dos animais.

4.5.3 Efeito da perda de condição corporal na performance reprodutiva

A selecção genética para a elevada produção leiteira, resultou em animais com menor capacidade de responderem às exigências energéticas dessa mesma produção intensiva. O BEN ocorre devido à diminuição da capacidade de ingestão e ao aumento das necessidades energéticas para a produção de leite, no início da lactação (Vries & Veerkamp, 2000). A CCC permite avaliar o estado nutricional das vacas leiteiras, e a perda de CCC pós-parto permite avaliar o grau de mobilização das reservas corporais. Os animais em BEN profundo mobilizam mais energia a partir do tecido adiposo e das reservas corporais, logo perdem mais CCC imediatamente a seguir ao parto (Ferguson et al., 2006). Quando analisada a perda de condição corporal após o parto nas 4 explorações, é possível verificar que na amostra total de animais ($n=230$): 43,04% perderam excesso de condição corporal ($>0,5$ CCC), enquanto 56,96% perderam menos de 0,5 de CCC. Com isto, é possível constatar

que 99 dos animais não conseguiram atingir um estado de BE positivo até perto dos 68 dias de lactação (média do número de dias até à perda máxima de CCC).

Para além dos aspectos já referidos, um dos objectivos deste estudo era também demonstrar que essa perda excessiva de CCC e o BEN, mais concretamente, têm efeitos negativos na fertilidade como puderam constatar Santos et al. (2009), Butler (2000) e Meikle et al. (2004). Crowe (2008) e Mulligan et al. (2006) afirmam que evitar perdas de condição corporal pós-parto superiores a 0,5 unidades de CCC favorece o retorno à ciclicidade. No entanto, no presente estudo não foi possível relacionar os níveis de perda de CCC com atrasos no intervalo parto - 1º serviço, nem com o alongamento do intervalo parto-concepção. Da mesma forma, a percentagem de animais gestantes para os grupo de perda de CCC (“alta” e “baixa”) não demonstrou haver qualquer significância estatística entre os dois.

Segundo Santos et al. (2009), o BEN é o factor limitante ao reinício da actividade ovárica pós-parto, contudo neste estudo não foi possível recolher por métodos ecográficos dados sobre o estado de ciclicidade dos animais e do prolongamento do anestro pós-parto, como referido por outros autores (Céron, 2007). Estes dois parâmetros, poderiam ser mais importantes para determinar a influência na fertilidade, da mobilização de reservas corporais em excesso no pós-parto, do que propriamente o IP1ºS ou o IPC, pois quando a época reprodutiva teve início, muitos dos efeitos do BEN estariam já mascarados.

Vacas que perdem mais condição corporal, podem apresentar taxas de concepção inferiores (entre 17% a 38%) e maior risco de sofrer reabsorção embrionária após os 28 dias de gestação (Butler, 2000; Butler, 2005; Moreira et al., 2000 citados por Lucy, 2005). Da mesma forma, Butler e Smith (1989) publicaram dados em que as vacas que perdem menos de 0,5 unidades de CCC, durante as primeiras 5 semanas pós-parto, alcançam melhores taxas de concepção ao primeiro serviço do que vacas que perdem mais de 0,5 de CCC. Os estudos citados acima, estão de acordo com os resultados obtidos neste trabalho, em que novamente a TC para os animais com perda inferior a 0,5 é superior à dos animais com mais de 0,5 de perda de CCC. Respectivamente, 40,4% e 29,8% de TC ao primeiro serviço. Ainda outro estudo, realizado por Domecq et al. (1997b) e citado por Roche et al. (2009), confirmou as baixas taxas de concepção ao 1º serviço associadas à perda alta de CCC PP, e ainda verificou, que vacas que perdem entre 0,4 e 0,8 unidades de CCC tinham 1,17 ou 1,36 vezes menos hipóteses de conceber, do que vacas que perdem menos CCC PP.

Foi ainda possível concluir, que de entre os factores pesquisados, os que podem afectar com relativa significância ($p < 0,05$) a perda de condição corporal PP são: a condição corporal no parto; o número de lactações; e o nível de produção leiteira.

Condições corporais maiores que 3,5, estão, frequentemente, associadas a BEN mais duradouros e a maiores perdas de CCC PP (López-Gatius et al., 2002), no entanto a média de CCC na altura do parto que causou maiores perdas de condição corporal PP foi cerca de

3,2 (mediana de 3,25 de CCC), enquanto que menor mobilização de reservas corporais ocorreu em média com 2,8 (mediana de 2,75 CCC).

O excesso de perda de CCC PP apresentava, em média, 3,6 lactações, enquanto que as vacas com a perda baixa de CCC tinham em média, 2,7 lactações. Estes dados, estão de acordo com um estudo apresentado por Gallo et al. (1996), em que o mesmo verificou que os animais na terceira ou posterior lactação, apresentam uma maior e mais prolongada perda de condição corporal pós-parto.

Atrasos na primeira ovulação PP em vacas magras primíparas, são frequentemente relatados (Butler & Smith, 1989; Beam & Butler, 1998). De acordo com Meikle et al. (2004) citados por Butler (2005), o intervalo até à 1ª ovulação em primíparas (31,8+8,3 dias) é significativamente maior do que em vacas múltiparas (17,3+6,3 dias), devido ao maior défice nutricional imposto aos animais mais jovens (Tanaka et al., 2008). Foi ainda relatado por Wathes et al., 2007, o aumento do intervalo desde o parto até à concepção em vacas primíparas com maiores perda de condição corporal PP. Contudo, como já foi referido e como se pode verificar na Figura 13, as vacas mais jovens e com menos paridades perderam significativamente menos CCC, do que as vacas com maior número de lactações. Como referido por Beever (2006), a elevada produção leiteira está relacionada com o maior nível de perda de CCC. Os dados obtidos neste estudo, permitem verificar que as vacas com perda alta de CCC tinham de facto maior produção leiteira (média de 7212,49L em 305 DEL), do que as vacas com perda baixa de CCC (6216,44L). Da mesma forma, Hattan et al. (2001) citados por Beever (2006), constata que as vacas de média produção perdem cerca de 0,8 de CCC nas primeiras cinco semanas de lactação e depois recuperam a condição corporal, em contraste com as de alta produção, que podem continuar a perder CCC até às 11 semanas de lactação. Há vacas que perdem grande quantidade de gordura, mantêm a ingestão, produzem quantidades de leite, têm ciclos precoces e conseguem conceber, o que torna evidente que a quantidade de gordura corporal não é o único factor que controla a reprodução (Mcnamara, 2011).

Apesar de os parâmetros avaliados, não terem sido úteis para comprovar o impacto nos índices de fertilidade pretendidos, o BEN está associado a outras desordens, que não incluem apenas problemas reprodutivos. Por essa mesma razão, foi nos possível calcular por regressão logística binomial, a probabilidade de um animal vir a ter elevada perda de condição corporal com base no número de lactações, na produção leiteira e na condição corporal no momento do parto. O que pode ser útil para futuras decisões de manejo e ser utilizado como uma ferramenta, para escolher os animais que devem ser alvo de maior atenção durante o periparto, que como se sabe, é uma altura de grande exigência para as vacas leiteiras. Como no teste estatístico realizado (*Wilcoxon*) o número de lactação foi considerado significativo ($p < 0,01$), optou-se por colocá-lo na fórmula de regressão logística, ainda que nesse modelo o número de lactações não tenha tido significância estatística

($p=0,47$). Isto pode ser explicado em parte pela relação entre o nível de produção leiteira e o número de lactações. A fórmula presente na Figura 17, pode ser utilizada no programa Excel® para calcular automaticamente a probabilidade das vacas virem a ter elevada perda de CCC após o parto, basta para isso ter disponível os dados dos animais, referidos acima, e colocá-los em folhas de cálculo do mesmo programa. Este método, pode ser igualmente utilizado nos Açores (de onde sou natural), uma vez que os sistemas de produção são bastante semelhantes aos da Irlanda. As vacas encontram-se na pastagem e muitas vezes, é difícil verificar quais os animais que necessitam de maior “atenção” no pós-parto, sendo então esta ferramenta útil para realizar alterações de manejo ou nutricionais com vista a evitar BEN mais profundos, bastando para isso perder algum tempo a registar as CCC dos animais na altura do parto.

A avaliação da condição corporal é um método fácil e económico de avaliar o BE, contudo apresenta algumas limitações na medida em que pode variar entre operadores, e é sempre uma medida indirecta, sem se ter efectivamente a certeza da extensão do BEN, enquanto que a medição de NEFA ou de corpos cetónicos, permitiria avaliar quantitativamente a mobilização de gordura e eventualmente de doenças associadas (cetose, fígado gordo). Outra limitação deste estudo, já referida anteriormente, é não existirem dados sobre o intervalo desde o parto até à primeira ovulação e do tempo de anestro dos animais, o que permitiria assim analisar com mais detalhe o efeito do BEN e da perda de condição corporal na fertilidade.

4.6 Conclusão

Nas quatro explorações em estudo, os parâmetros reprodutivos alcançados foram inferiores aos desejados, com taxas de concepção e submissão bastante baixas em animais com elevada produção leiteira e com maior número de paridades, revelando possíveis problemas na detecção ou expressão do estro.

É possível concluir que, a condição corporal no parto é efectivamente um factor com impacto na performance reprodutiva das vacas leiteiras e que os diferentes níveis de condição corporal causam variações no intervalo parto-concepção, no intervalo parto-1º serviço e na percentagem de animais gestantes. Ao contrário dos 2,75 e 3 de CCC mencionados por outros autores, neste trabalho a CCC no parto com melhores performances reprodutivas foi obtida nos animais com 3,25 e 3,5 de CCC. Em contrapartida, estes valores de condição corporal têm maior predisposição para a perda alta de condição corporal pós-parto ($>0,5$) e para prolongarem o estado de BEN, do que o nível de CCC referido em primeiro lugar (2,75). Neste trabalho, não foi possível relacionar estatisticamente a perda de condição corporal após o parto com os parâmetros reprodutivos avaliados, mas foi possível confirmar as baixas taxas de concepção ao 1º serviço associadas a vacas com

elevada perda de condição corporal (TC=29,77%), em oposição aos melhores resultados obtidos pelas vacas que perdem menos de 0,5 de CCC (TC=40,40%). Todavia, fica novamente evidente que a gravidade do BEN depende de factores como a CCC no parto, o número de lactações e o nível de produção leiteira.

Em suma, a CCC e a monitorização da condição corporal no parto é uma ferramenta útil para assegurar um bom retorno à ciclicidade no pós-parto. Contudo a questão da condição corporal ideal é ainda difícil de estabelecer, pois esta não é o único factor com influência no desempenho reprodutivo pós-parto. Apesar de, neste estudo, a perda de condição pós-parto não poder ser directamente relacionada com o atraso no retorno à ciclicidade, as condições adversas para a saúde e bem estar dos animais, são por si só uma boa razão para diminuir ao máximo o BEN no pós-parto precoce. Para isso, existem várias estratégias nutricionais que podem evitar o BEN e que podem ser utilizadas como prevenção nos animais considerados em maior risco ou com maior probabilidade de virem mobilizar mais reservas corporais após o parto e com BEN mais profundos e duradouros.

5. BIBLIOGRAFIA

- Ata, A., Kale, M., Yavru, S., Bulut, O. & Buyukyoruk, U. (2006). The effect of subclinical bovine herpesvirus 1 infection on fertility of cows and heifers. *Acta Veterinaria*, 56(2-3), 267-273.
- Baird, G. D. (1982). Primary Ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. *Journal do Dairy Science*, 65(1),1-10.
- Ball, P. J. H. & Peters, A. R. (2004). Reproductive efficiency in cattle production. *Reproduction in cattle*, (3ª Edição). Oxford, UK: Blackwell Publisher.
- Ball, P. J. H. & Peters, A. R. (2004a). The ovarian cycle. *Reproduction in Cattle*. (3ª Edição). Oxford, UK: Blackwell Publisher.
- Ball, P. J. H. & Peters, A. R. (2004b). The postpartum period. *Reproduction in Cattle*. (3ª Edição). Oxford, UK: Blackwell Publisher.
- Banos, G., Brotherstone, S. & Coffey, M. P. (2004). Evaluation of body condition score measured throughout lactation as an Indicator of fertility in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 87, 2669-2676.
- Banos, G., Coffey, M. P. & Brotherstone, S. (2005). Modeling daily energy balance of dairy cows in the first three lactations. *Journal of Dairy Science*, 88, 2226-2237.
- Baruselli, P. S., Sales, J. N. S., Crepaldi, G. A., Marques, M. O., Penteado, L. & Bo, G. (2007). Aplicação integrada de programas de controle da ovulação e manejo reprodutivo em bovinos de corte criados em condições extensivas. VII Simposio internacional de reproduccion animal. Córdoba, Argentina, IRAC.
- Bauman, D. E. & Currie, W. B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63, 1514-1529.
- Beam, S. W. & Butler, W. R. (1998). Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. *Journal of dairy science*, 81, 121-131.
- Beever, D. E. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science*, 96, 212-226.
- Beg, M. A., Bergfelt, D. R., Kot, K. & Ginther, O.J. (2002). Follicle selection in cattle: dynamics of follicular fluid factors during development of follicle dominance. *Biology of Reproduction*, 66, 120-126.
- Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N. & Nardone, A. (2005). Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88, 2017-2026.

- Bernard, C., Valet, J.P., Bland, R. & Lambert, R.D. (1984). Prediction de l'ovulation chez le bovin par dosage rapide de la LH plasmatique et observation de l'ovulation par laparoscopie. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 48, 97-101.
- Berry, D. P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R. D., Rath, M. & Veerkamp, R. F. (2002). Genetic parameters for Level and change of body condition score and body weight in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 2030-2039.
- Bilodeau-Goeseels, S. & Kastelic, J. P. (2003). Factors affecting embryo survival and strategies to reduce embryonic mortality in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 83, 659-671.
- Bobe, G., Young, J.W. & Beitz, D. C. (2004). Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 3105-3124.
- Buckley, F., Dillon, P., Rath, M. & Veerkamp, R. F. (2000). The relationship between genetic merit for yield and live weight, condition score, and wnergy balance of spring calving holstein friesland dairy cows on grass based systems of milk production. *Journal of Dairy Science*, 83, 1878-1886.
- Butler, W. R. & Smith, R. D. (1989). Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 72(3), 767-783.
- Butler, W. R. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 449-457.
- Butler, W. R. (2005). Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livestock Production Science*, 98, 5 -12.
- Campos, R. (2011). Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite, *International Business Community Related to Animal Production*.
- Carrier, J., Stewart, S., Godden, S. Fetrow, J. & Rapnicki, P. (2004). Evaluation and use of three cowside tests for detection of subclinical ketosis in early postpartum cows. *Journal of Dairy Science*, 87, 3725-3735.
- Cavalieri, J., Flinker, L.R., Anderson, G.A. & Macmillan, K.L. (2003). Characteristics of oestrus measured using visual observation and radiotelemetry. *Animal Reproduction Science*. 76. 1-12.
- Chagas, L. M., Gore, P. J. S., Meier, S., Macdonald, K. A. & Verberk, G. A. (2007). Effect of monopropylene glycol on luteinizing hormone, metabolites, and postpartum anovulatory intervals in primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 1168-1175.
- Contreras, G. A. & Sordillo, L. M. (2011). Lipid mobilization and inflammatory responses during the transition period of dairy cows. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 34, 281-289.

- Costa, L. L. (2011). *Reprodução e obstetícia II: Controlo da reprodução em bovinos*. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa.
- Crowe, M. A. (2008). Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(5), 20-28.
- Céron, J. H. (2007). Manejo reproductivo en bovinos en sistemas de producción de leche. Universidad Nacional Autónoma de México. México: Venezuela Ganadera.
- De Rensis, F. & Scaramuzzi, R. J. (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow. *Theriogenology*, 60, 1139-1151.
- Dillon, K. (2008). Holstein friseans in ireland. 12th World Holstein Conference. Ireland.
- Divers, T. J. & Peek, S. F. (2008). *Rebhun's diseases of dairy cattle*. (2ª Edição). Missouri; Sauders elsevier.
- Doherty, M. (2011). Dairy reproductive records: a vital component of heard health. Dublin: *Univeraity College of Dublin, Heard Healh Fertility Group*.
- Dowling, M. (2008). Irish agriculture. 12th World Holstein Conference. Ireland.
- Drackley, J. K. (1999). Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82, 2259-2273.
- Duffield, T. F. (2006). Minimizing subclinical metabolic diseases in dairy cow. *Western Canadian Dairy Seminar: Advances in dairy technology*, 18, 43-55.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 72, 68-78.
- European Food Safety Authority. (2009). *Affects of farming systems on dairy cow welfare and desease: report of the panel on animal health and welfare*. *EFSA Journal*, 1143, 1-284. Parma: EFSA.
- Esslemont, R. J. (2001). Economics of fertility in dairy cows. Recording and evaluation of fertility traits in UK dairy cattle.
- Fenwick, M. A., Llewellyn, S., Fitzpatrick, R., Kenny, D. A., Murphy, J. J., Patton, J. & Wathes, D. C. (2008). Negative energy balance in dairy cows is associated with specific changes in IGF-binding protein expression in the oviduct. *Journal of Reproduction and Fertility*, 135, 63-75.
- Ferguson, J. D. (1996). Diet, production and reproduction in dairy cows. *Animal Feed Science Technology*, 59, 173- 184.
- Ferguson, J. D. (2005). Nutrition and reproduction in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21, 325-347.

- Ferguson, J. D., Azarro, G. & Licitra, G. (2006). Body Condition Assessment Using Digital Images. *Journal of Dairy Science*, 89, 3833-3841
- Forde, N., Beltman, M.E. Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J.F. & Crowe, M.A. (2011). Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124, 163-169.
- Gallo, L., Carnier, P., Cassandro, M., Mantovani, R., Bailoni, L., Contiero, B. & Bittante, G. (1996). Change in body condition score of holstein cows affected by parity and mature equivalent milk yield. *Journal of Dairy Science*, 79, 1009-1015.
- Gautam, G., Nakao, T. Yamada, K. & Yoshida, C. (2010). Defining delayed resumption of ovarian activity postpartum and its impact on subsequent reproductive performance in Holstein cows. *Theriogenology*, 73, 180-189.
- Gearhart, M. A., Curtis, C. R., Erb, H. N., Smith, R. D., Sniffen, C. J., Chase, L. E. & Cooper, M. D. (1990). Relationship of changes in condition score to cow health in holsteins. *Journal of Dairy Science*, 73, 3132-3140.
- Glover, M. E. (2001). Fertility Information: Adviser/vet needs. Recordings and evaluation of fertility traits in UK dairy cattle.
- Golazo, M. G., Hayirli, A., Doepel, L. & Ambrose, D. J. (2009). Reproductive performance of dairy cows is influenced by prepartum feed restriction and dietary fatty acid source. *Journal of Dairy Science*, 92, 2562-2571.
- Gong, J. G. (2002). Influence of metabolic hormones and nutrition on ovarian follicle development in cattle: practical implications. *Domestic Animal Endocrinology*, 23, 229-241.
- González-Recio, O., Chang, Y. M., Gianola, D. & Weigel, K. A. (2005). Number of inseminations to conception in holstein cows using censored records and time-dependent covariates. *Journal of Dairy Science*, 88, 3655-3662.
- Gordon, I. (2004). Reproductive technologies in farm animals. UK: CABI Publishing.
- Grummer, R. R. (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73, 2820-2833.
- Grummer, R. R. (2008). Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. Abstract. *The Veterinary Journal*, 176, 10-20.
- Gümen, A., Guenther J. N. & Wiltbank, M. C. (2003). Follicular size and response to ovsynch versus detection of estrus in anovular and ovular lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86: 3184-3194.
- Gutierrez, C. G., Aguilera, I., Leon, H., Rodríguez, A. & Hernández-Cerón, J. (2005). The metabolic challenge of milk production and the toll it takes on fertility." *Cattle Practice*, 13(1).
- Hady, P. J., Domecq, J. J. & Kaneene, J. B. (1994). Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 77, 1543-1547

- Hafez, E. S. E. & Hafez, B. (2000). Reproduction in farm animals. (7ª Edição). Baltimore, USA: *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Heersche Jr., G. (1994). Measuring Efficiency and Accuracy of Detection of Estrus. *Journal of Dairy Science*, 77, 2754-2761.
- Hopkins, S. M. (2003). Reproductive patterns of cattle. *MacDonald's veterinary endocrinology and reproduction*. 5ª Edição. M. H. Pineda, Dooley, M. P., Blackwell publishing company.
- Horan, B., Dillon, P., Faverdin, P., Delaby, L., Buckley, F. & Rath, M. (2005). The interaction of strain of holstein-friesian cows and pasture-based feed systems on milk yield, body weight, and body condition score. *Journal of Dairy Science*, 88, 1231-1243.
- Kadokawa, H., Blache, D. & Martin, G. B. (2006). Plasma leptin concentrations correlate with luteinizing hormone secretion in early postpartum holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 89, 3020-3027.
- Kaneene, J. B. & Miller, R. (1995). Risk factors for metritis in Michigan dairy cattle using herd- and cow-based modelling approaches. Abstract. *Preventive Veterinary Medicine*. 23(3-4), 183-200.
- Kawashima, C., Fukihara, S., Maeda, M., Kaneko, E., Montoya, C. A., Matsui, M., Shimizu, T., Matsunaga, N., Kida, K., Miyake, Y., Schams, D. & Miyamoto, A. (2007). Relationship between metabolic hormones and ovulation of dominant follicle during the first follicular wave post-partum in high-producing dairy cows. *Journal of Reproduction and fertility*, 141, 269-281.
- Kerestes, M., Faigl, V., Kulcsar, M., Balogh, O. Foldi, J., Febel, H., Chilliard, Y. & Huszenicza, G. (2009). Periparturient insulin secretion and whole-body insulin responsiveness in dairy cows showing various forms of ketone pattern with or without puerperal metritis. *Domestic Animal Endocrinology*, 37, 250-261.
- Kim, I. H. & Suh, G. H. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 60, 1445-1456.
- Kiracofe, G. H. (1980). Uterine involution: it's role in regulating postpartum intervals. *Journal Animal Science*, 51, 16-28.
- Komaragiri, M. V. S., Casper, D. P. & Erdman, R. A. (1998). Factor affecting body tissue mobilization in early lactation dairy cows: effects of dietary fat on mobilization of body fat and protein. *Journal of Dairy Science*, 81, 169-175.
- LeBlanc, S. (2006). Monitoring programs for transition dairy cows. XXIV World Buiatrics Congress: Nice, França.
- Leroy, J. L. M. R., Opsomer, G., De Vlieghe, S., Vanholder, T. Goosens, L. Geldhof, A., Bols, P. E. J., Kruif, A. & Soom, A. V. (2005). Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. *Theriogenology*, 64, 2022-2036.

- Leroy, J. L. M. R., Vanholder, T., Van Knegsel, A. T. M., Garcia-Ispuerto, I. & Bols, P. E. J. (2008). Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 43, 96-103.
- Lucena, G. (2008). *Tendências na evolução da fertilidade em explorações de bovinos leiteiros em goucestershire*. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária. Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Técnica de Lisboa.
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, 84, 1277-1293.
- Lucy, M. C. (2005). Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum Cows. III Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera. México, 10-20
- López-Gatius, F., Santolaria, P., Yániz, J., Fenech, M. & López-Bejar, M. (2002). Risk factors for postpartum ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cow. *Theriogenology*, 58, 1623-1632.
- Mann, G. E. & Lammin., G. E. (2001). Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction*, 121, 175-180.
- Mann, G. E. (2005). Infertility in dairy cattle: causes and possible solutions. III Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera. México, 42-47.
- Markusfeld, O., Galon, N. & Ezra, E. (1997). Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Veterinary Record*, 117, 67-72.
- Mateus, L. & Lopes da Costa, L. (2002). Peripartum blood concentrations of calcium, phosphorus and magnesium in dairy cows with normal puerperium or puerperal endometritis. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 97(541), 35-38.
- Mateus, L., Lopes da Costa, L., Bernardo, F. & Robalo, J. S. (2002). Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. Abstract. *Reproduction in Domestic Animals*, 37(1), 31-35.
- Mattos, R., Staples, C. R. & Thatcher, W. W. (2000). Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, 5, 38-45.
- Mcnamara, J. P. (2011). Body condition: Effects on Health, Milk Production, and Reproduction. Encyclopedia of dairy science. 2ª Edição. J. W. Fuquay, Fox, P. F. e McSweeney, P. L. H. . London, UK: Elsevier Lta.
- McNamara, J. P. & Hillers, J. K. (1986). Regulation of bovine adipose tissue metabolism during lactation: lipolysis response to milk production and energy Intake. *Journal of Dairy Science*, 69, 3042-3050.
- Mee, J. F., Snijders, S. E. M. & Dillon, P. (2000). Effect of Genetic Merit for Milk Production, Dairy Cow Breed and Pre-Calving Feeding on Reproductive Physiology and Performance. Taegasc 4343.

- Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D. & Chilbroste, P. (2004). Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Journal of Reproduction and Fertility*, 127, 727-737.
- Melendez, P. & Risco, C. A. (2005). Management of transition cows to optimize reproductive efficiency in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21, 485-501.
- Miyoshi, S., Pate, J. L. & Palmquist, D.L. (2001). Effects of propylene glycol drenching on energy balance, plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 68 29-43.
- Montiel, F. & Ahuja, C. (2005). Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*, 85, 1-26.
- Moschos, S., Mantzoros, C. S. & Chan, J. L. (2002). Leptina y reproducción. *Revista Chilena de Obstetricia y Ginecología*, 67(2), 167-169.
- Mulligan, F. J., O'Grady, L., Rice, D. A. & Doherty, M. L. (2006). A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Animal Reproduction Science*, 96, 331-353.
- Mulligan, F. J., O'Grady, L., Gath, V. P., Rice, D. A. & Doherty, M. L. (2007). Nutrition and fertility. *Irish Veterinary Journal*, 60(5).
- Mulligan, F. J. Doherty, M. L. (2008). Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176, 3-9.
- Noakes, D. E., Parkinson, T. J. & England, G. C. (2001). *Arthur's veterinary reproduction and obstetrics*, W.B. Saunders.
- Overton, T. R. & Waldron, M. R. (2004). Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science*, 87, 105-119.
- Penny, C. (1998). Controlled breeding in cattle. Abstract. *In Practice*, 20, 351-357.
- Perea, F. G. & Inskeep, E. K. (2008). Infertility associated with the duration of luteal phase in postpartum cows. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 16(3), 187-198.
- Peter, A. T., Levine, H., Drost, M. & Bergfelt, D.R. (2009). Compilation of classical and contemporary terminology used to describe morphological aspects of ovarian dynamics in cattle. *Theriogenology*, 71, 1343-1357.
- Phillips, C. J. C. (2001). Feeding methods. *Principles of Cattle Production*. UK, CABI Publishing.
- Pickett, M. M., Piepenbrinka, M.S. & Overton, T.R. (2003). Effects of propylene glycol or fat drench on plasma metabolites, liver composition, and production of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2113-2121.

- Prandi, A., Messina, M., Tondolo, A. & Motta, M. (1999). Correlation between reproductive efficiency, as determined by new mathematical indexes, and the body condition score in dairy cows. *Theriogenology*, 52, 1251-1265.
- Pryce, J. E., Coffey, M. P. & Brotherstone, S. (2000). The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered holsteins. *Journal of Dairy Science*, 83, 2664-2671.
- Pryce, J. E., Royal, M. D., Garnsworthyc, P. C. & Mao, I. L. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock production Science*, 86(1-3), 125-135.
- Ptaszynska, M. & Molina, J. J. (2007). Compendio de reproducción animal. 9ª Edição. Uruguai, Intervet.
- Quintero, L. A. Z. (2005). Relación entre la función del cuerpo lúteo y la mortalidad embrionaria en ruminantes. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, 48-54
- Rabiee, A. R., Macmillan, K. L & Schwarzenberger, F. (2000). Effect of level of feed intake on plasma progesterone concentrations in deslorelin-implanted dairy cows treated with a CIDR device. *Journal of Animal Science*, 78(1), 221.
- Radostits, O. M., Mayhew, I. G. J. & Houston, D. M. (2002). *Exame Clínico e Diagnóstico em Veterinária*. Guanabara Koogan S. A.
- Rastani, R. R., Andrew, S. M., Zinn, S. A. & Sniffen, C. J. (2001). Body composition and estimated tissue energy balance in jersey and holstein cows during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 84, 1201-1209.
- Roche, J. F., Mackey, D., & Diskin, M. D. (2000). Reproductive management of postpartum cows. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 703-712.
- Roche, J. F. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, 96, 282-296.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J. & Berry, D. P. (2009). Invited Review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 92, 5769-5801.
- Romero, A. (2005). Causas de infertilidad en el Ganado Lechero. III Simposio Nacional de Infertilidad en la Vaca Lechera. Mexico.
- Royal, M., Mann, G. E. & Flint, A. P. F. (2000). Strategies for reversing the trend towards subfertility in dairy Cattle. *The Veterinary Journal*, 160, 53-60.
- Sanders, D. E. (2005). Troubleshooting poor reproductive Performance in large herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21, 289-304.
- Sangsrivong, S., Combs, D. K., Sartori, R., Armentano, L. E. & Wiltbank, M. C. (2002). High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and Estradiol-17 β in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 85, 2831-2842.

- Santos, J. E. (2007). Factores nutricionales que afectan la reproducción en ganado lechero. VII simposio internacional de reproduccion animal, IRAC.
- Santos, J. E. P., Rutigliano, H.M. & Sá Filho, M.F. (2009). Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 110, 207-221.
- Sartori, R. (2009). Factores nutricionais que afetam o desempenho em programas reprodutivos de bovinos de corte e leite. VIII simposio internacional de reproduccion animal, IRAC.
- Senger, P. L. (1994). The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *Journal of Dairy Science*, 77, 2745-2753.
- Stevenson, J. S. (2005). Breeding strategies to optimize reproductive efficiency in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21(349-365), 2005.
- Swalve, H. H. (2008). Components and auxiliary traits of dairy cow fertility: The genetic view. 12th World Holstein Friesian conference. Irlanda.
- Tanaka, T., Arai, M., Ohtani, S., Uemura, S., Kuroiwa, T., Kim, S. & Kamomae, H. (2008). Influence of parity on follicular dynamics and resumption of ovarian cycle in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 108, 134-143.
- Voyvoda, H., Erdogan, H. (2010). Use of a hand-held meter for detecting subclinical ketosis in dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 89, 344-351.
- Vries, M. J. & Veerkamp, R. F. (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. *Journal of Dairy Science*, 83, 62-69.
- Walsh, R. B., Walton, J.S., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E. & Duffield, T. F. (2007). The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 2788-2796.
- Walsh, S. W., Williams, E.J. & Evans, A.C.O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Animal Reproduction Science* 123, 127-138.
- Wang, C., Liu, Q., Yanga, W. Z., Huo, W. J., Donga, K.H., Huang, Y.X., Yang, X.M. & He, D.C. (2009). Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 151, 12-20.
- Wathes, D. C., Bourne, N., Brickell, J., Swali, A. & Taylor, V.J. (2005). Relationship between production and reproduction. The 26th European Holstein and Red Holstein Conference. Praga.
- Wathes, D. C., Bourne, N., Cheng, Z., Mann, G. E., Taylor, V. J. & Coffey, M. P. (2007). Multiple correlation analyses of metabolic and endocrine profiles with fertility in primiparous and multiparous Cows. *Journal of Dairy Science*, 90, 1310-1325.

- Webb, R., Garnsworthy, P. C., Gong, J. G. & Armstrong, D. G. (2004). Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*, 82, 63-74.
- Whates, D. C., Cheng, Z., Fenwick, M. A., Fitzpatrick, R. & Patton, J. (2011). Influence of energy balance on the somatotrophic axis and matrix metalloproteinase expression in the endometrium of the postpartum dairy cow. *Journal of Reproduction and Fertility*, 141, 269-281.
- Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. M. & Boman, R. L. (1982). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65, 495-501.
- Williams, G. L. (2005). Efectos de la lactancia y la nutrición en la reproducción posparto de bovinos de carne. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal.
- Wiltbank, M. C., Gümen, A. & Sartori, R. (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 57, 21-52.
- Wiltbank, M. C. & Fricke, P. M. (2007). Improving reproduction using more effective pregnancy diagnosis and resynch strategies in dairy cattle. VII Simposio internacional de reproducción animal. Córdoba, Argentina, IRAC.
- Wiltbank, M. C. S., R., Vasconcelos, J. L.M., Nascimento, A. B., Souza, A. H., Cunha, A. P., Gümen, A., Sangsritavong, S., Guenther, J. N., Lopez, H. & Pursley, J. R. (2010). Managing the dominant follicle in high-producing dairy cows. *Reproduction in domestic ruminants* VII. M. C. Lucy, Pate, J. L. Smith, M. F. e Spencer, T.E. . Anchorage, Alaska: Nottingham university press.
- Wolfenson, D., Thatcher, W. W., Badinga, L., Savio, J. D., Meidan, R., Lew, B. J., Braw-Tal, R. & Berman, A. (1999). Effect of heat Stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. *Biology of Reproduction*, 52, 1106-1113.

6. ANEXOS

Anexo 1: Tabela de Avaliação da condição corporal (CCC) para vacas Holstein (adaptado de Edmonson et al., 1989)

	SCORE	Spinous processes (SP) (anatomy varies)	Spirous to Transverse processes	Transverse processes	Overhanging shelf (care - rumen fill)	Tuber coxae (hooks) & Tuber ischi (pins)	Between pins and hooks	Between the hooks	Tailhead to pins (anatomy varies)
SEVERE UNDERCONDITIONING (emaciated)	1.00	individual processes distinct, giving a saw-tooth appearance	deep depression	very prominent, > 1/2 length visible	definite shelf, gaunt, tucked	extremely sharp, no tissue cover	severe depression devoid of flesh	severely depressed	bones very prominent with deep "u" shaped cavity under tail
	1.25								
	1.50								
FRAME OBVIOUS	1.75			1/2 length of process visible					bones prominent "u" shaped cavity formed under tail
	2.00	individual processes evident	obvious depression	between 1/2 to 1/3 of processes visible	prominent shelf	prominent	very sunken		first evidence of fat
	2.25						thin flesh covering	definite depression	
FRAME & COVERING WELL BALANCED	2.50	sharp, prominent ridge		1/3 - 1/4 visible	moderate shelf		depression	moderate depression	bones smooth, cavity under tail shallow & fatty tissue lined
	2.75		smooth concave curve	< 1/4 visible	slight shelf		slight depression	slight depression	
	3.00			appears smooth, TP's just discernable		smooth			
FRAME NOT AS VISIBLE AS COVERING	3.25	smooth ridge, the SP's not evident	smooth slope	distinct ridge, no individual processes discernable		covered			
	3.50			smooth, rounded edge		rounded with fat	slipping	flat	bones rounded with fat and slight fat-filled depression under fat
	3.75	flat, no processes discernable	nearly flat		none		flat		bones buried in fat, cavity filled with fat forming tissue folds
SEVERE OVERCONDITIONING	4.00			edge barely discernable		buried in fat		rounded	
	4.25								
	4.50								
	4.75		rounded (convex)	buried in fat	bulging		rounded		
	5.00								

Anexo 2: Dados recolhidos nas explorações

EXP	ID	Lact	DATA _partoant	Gestante	305DEL	CCC_parto	CCCloss	IP1S	IPC
A	320	3	26/02/10	SIM	8761	2,5	0	71	71
A	139	8	07/05/10	NÃO	4009	2,75	0	55	NA
A	189	6	15/05/10	NÃO	9807	2,75	0,75	NA	NA
A	245	4	08/02/10	NÃO	6948	2,75	0,25	81	NA
A	261	5	21/04/10	NÃO	8388	2,75	0,25	53	NA
A	273	3	08/05/10	NÃO	9619	2,75	0,25	46	NA
A	377	2	08/03/10	NÃO	7262	2,75	0,25	65	NA
A	403	1	04/03/10	SIM	4756	2,75	0,5	68	68
A	694	5	03/02/10	SIM	8623	2,75	0,5	83	143
A	259	4	19/05/10	NÃO	7026	3	0,5	40	NA
A	299	4	24/02/10	NÃO	7100	3	0,5	83	NA
A	329	3	04/02/10	SIM	7757	3	0,5	100	100
A	363	2	23/05/10	SIM	6464	3	0,5	33	33
A	364	2	10/05/10	SIM	6587	3	0,5	43	43
A	365	2	31/05/10	SIM	6165	3	0,25	34	34
A	374	2	09/05/10	NÃO	5763	3	0,25	43	NA
A	381	2	15/03/10	SIM	6243	3	0,25	49	69
A	413	1	05/02/10	SIM	4735	3	0	80	80
A	427	1	06/04/10	SIM	4711	3	0,25	49	49
A	428	1	12/03/10	SIM	4982	3	0,25	66	86
A	430	1	06/04/10	SIM	4975	3	0,25	63	63
A	484	7	05/02/10	SIM	7453	3	0,75	89	110
A	669	4	10/11/09	SIM	8382	3	1	NA	171
A	697	5	17/02/10	NÃO	8226	3	0,5	95	NA
A	138	7	22/03/10	NÃO	6789	3,25	0,5	56	NA
A	208	6	18/02/10	SIM	7273	3,25	0,75	71	71
A	277	4	07/03/10	SIM	6422	3,25	0,75	54	98
A	295	4	02/04/10	SIM	7439	3,25	0,5	68	88
A	408	1	20/03/10	SIM	4354	3,25	0,5	39	60
A	411	1	10/03/10	SIM	5184	3,25	0,25	41	62
A	412	1	12/03/10	SIM	6404	3,25	0,5	60	60
A	420	1	12/03/10	SIM	5326	3,25	0,75	48	48
A	423	1	01/03/10	SIM	5796	3,25	0,5	50	71
A	426	1	05/03/10	SIM	4582	3,25	0,5	54	54
A	672	4	29/04/10	NÃO	8867	3,25	1	52	NA
A	399	1	14/03/10	SIM	5680	3,5	0,5	49	49
A	660	6	25/02/10	SIM	6841	3,5	0,5	54	54
B	77	10	18/04/10	SIM	4000	2,5	0	70	89
B	39	2	01/03/10	NÃO	7666	2,75	0,25	52	NA
B	205	7	27/01/10	NÃO	9460	2,75	0	92	NA
B	231	6	30/01/10	SIM	8223	2,75	0	92	92
B	398	3	20/01/10	SIM	7530	2,75	0,25	89	89
B	849	3	09/04/10	SIM	6957	2,75	0	45	79
B	863	4	26/03/10	SIM	7716	2,75	0	65	103
B	1046	1	12/02/09	SIM	5421	2,75	0,25	427	452

B	210	7	26/04/10	SIM	7069	3	0,25	60	60
B	269	6	01/03/10	NÃO	8080	3	0,25	47	NA
B	278	3	12/05/09	SIM	6153	3	0,5	357	357
B	342	4	28/03/10	SIM	8705	3	0,5	71	92
B	391	4	02/02/10	SIM	9930	3	0,5	78	100
B	397	4	26/01/10	SIM	6882	3	0,25	93	115
B	423	5	31/01/10	SIM	8646	3	0,5	88	88
B	481	2	04/03/10	SIM	6371	3	0	54	77
B	483	2	02/03/10	SIM	6139	3	0,25	44	65
B	511	1	24/01/10	SIM	5313	3	0,25	88	88
B	887	3	14/02/10	SIM	7654	3	0,25	79	79
B	27	5	06/02/10	NÃO	10275	3,25	0,75	93	NA
B	272	6	07/03/10	NÃO	9981	3,25	0,75	41	NA
B	283	6	26/03/10	SIM	7812	3,25	0,5	48	73
B	289	6	20/04/10	SIM	7779	3,25	0,5	63	63
B	381	10	28/02/10	NÃO	7637	3,25	0,75	48	NA
B	388	4	05/02/10	SIM	7509	3,25	0,5	75	94
B	405	4	11/03/10	SIM	8318	3,25	0,75	56	75
B	411	3	08/02/10	SIM	6751	3,25	0,5	66	86
B	437	5	04/04/10	SIM	7597	3,25	1	57	97
B	482	2	10/02/10	SIM	7538	3,25	0,5	66	87
B	496	1	16/02/10	SIM	5692	3,25	0	62	62
B	502	1	26/01/10	SIM	5670	3,25	0,25	96	96
B	507	1	11/03/10	SIM	6117	3,25	0,5	37	60
B	686	3	16/02/10	SIM	6411	3,25	0,5	69	69
B	735	1	22/02/10	SIM	4919	3,25	0,5	68	89
B	737	1	12/03/10	SIM	5354	3,25	0,5	33	54
B	740	1	26/02/10	SIM	4440	3,25	0	47	47
B	752	1	17/02/10	SIM	4005	3,25	0,25	66	66
B	757	1	06/03/10	SIM	4762	3,25	0,25	45	64
B	1041	2	23/02/10	SIM	6259	3,25	0,5	56	56
B	1043	2	28/01/10	SIM	6244	3,25	0,5	83	105
B	1049	2	09/04/10	SIM	5857	3,25	0,5	42	66
B	3409	4	18/05/10	NÃO	7828	3,25	0,25	45	NA
B	318	3	16/02/10	SIM	8527	3,5	0,75	74	74
B	409	4	20/05/10	SIM	5998	3,5	0,5	42	42
B	428	4	11/02/10	SIM	8835	3,5	0,75	79	103
B	503	1	21/03/10	SIM	5258	3,5	0,5	70	70
B	510	1	20/02/10	SIM	6390	3,5	0,5	71	71
B	513	1	11/02/10	SIM	4861	3,5	0,25	62	84
B	519	1	08/02/10	SIM	5726	3,5	0,5	79	79
B	522	1	05/03/10	SIM	4847	3,5	0,75	50	50
B	625	9	15/05/10	SIM	6793	3,5	0,75	76	76
B	739	1	23/02/10	SIM	3869	3,5	0,25	65	65
B	745	1	18/04/10	SIM	5732	3,5	0,5	29	49
B	755	1	28/02/10	SIM	4199	3,5	0,75	61	61
B	894	3	17/02/10	NÃO	5645	3,5	0,75	60	NA
B	56	5	27/04/10	NÃO	6330	3,75	0,75	40	NA

B	248	7	01/02/10	SIM	7163	3,75	0,5	85	107
B	165	4	27/03/10	SIM	7566	4	1,25	51	51
B	504	1	26/04/10	SIM	5741	NA	NA	47	47
C	1788	2	03/03/10	SIM	5332	2	0,5	47	138
C	1407	3	21/02/10	NÃO	6482	2,25	0	154	NA
C	1750	2	30/03/10	NÃO	5387	2,25	0,25	443	NA
C	11	4	19/04/10	NÃO	NA	2,5	NA	NA	NA
C	19	6	16/02/10	NÃO	6839	2,5	0	103	NA
C	21	6	13/02/10	SIM	5849	2,5	0,5	159	178
C	36	5	28/03/10	SIM	8029	2,5	0,25	90	90
C	102	5	16/04/10	NÃO	5509	2,5	0,5	80	NA
C	200	4	23/03/10	NÃO	NA	2,5	0,5	NA	NA
C	311	3	01/04/10	NÃO	NA	2,5	NA	NA	NA
C	932	7	07/03/10	SIM	8010	2,5	0	85	126
C	1454	3	02/03/10	SIM	6108	2,5	0	NA	94
C	1465	3	12/02/10	SIM	5473	2,5	0	73	85
C	1608	3	02/02/10	SIM	8511	2,5	0,25	50	94
C	1676	1	13/02/10	SIM	5538	2,5	0,25	68	95
C	1701	2	11/02/10	SIM	3867	2,5	0,25	97	151
C	1738	2	30/04/10	SIM	6603	2,5	0,75	84	83
C	1778	1	18/03/09	NÃO	4248	2,5	0,25	NA	NA
C	1836	2	14/04/10	NÃO	4906	2,5	0,25	109	NA
C	1904	1	22/02/10	NÃO	NA	2,5	0	NA	NA
C	1937	1	16/02/10	NÃO	NA	2,5	NA	NA	NA
C	1879	1	29/01/10	NÃO	5698	2,75	0,25	103	NA
C	17	6	24/02/10	SIM	7530	2,75	0,5	131	131
C	52	6	15/02/10	NÃO	7831	2,75	0,5	NA	NA
C	74	5	13/03/10	NÃO	5306	2,75	0	50	NA
C	75	5	05/01/10	SIM	7058	2,75	0,25	123	123
C	83	4	08/03/10	NÃO	7615	2,75	0	77	NA
C	84	5	13/02/10	NÃO	NA	2,75	0,5	NA	NA
C	93	5	21/04/10	SIM	7228	2,75	0,25	60	91
C	108	4	02/02/10	NÃO	7956	2,75	0,25	118	NA
C	110	4	10/03/10	NÃO	6947	2,75	0,5	100	NA
C	116	3	04/01/10	SIM	7983	2,75	0,25	132	132
C	118	5	30/04/10	NÃO	7027	2,75	0,25	50	NA
C	125	5	11/03/10	NÃO	6517	2,75	0	73	NA
C	138	4	29/03/10	SIM	6158	2,75	0	50	114
C	357	4	04/01/10	SIM	7281	2,75	0,25	117	157
C	385	4	19/04/10	SIM	5621	2,75	0	43	89
C	396	4	30/03/10	NÃO	6953	2,75	0,25	57	NA
C	408	4	18/02/10	SIM	7188	2,75	0,25	75	102
C	435	4	18/03/10	SIM	5674	2,75	0	44	63
C	449	3	11/02/10	SIM	6734	2,75	0	96	115
C	579	1	04/01/10	NÃO	7082	2,75	0,25	139	NA
C	581	2	07/03/10	NÃO	5833	2,75	0	85	NA
C	652	2	03/01/10	SIM	8153	2,75	0,75	125	164
C	673	2	04/03/10	SIM	6059	2,75	0	85	134

C	706	2	14/03/10	SIM	6355	2,75	0,25	55	75
C	923	8	18/03/10	NÃO	NA	2,75	0,5	NA	NA
C	970	8	22/02/10	SIM	7109	2,75	0	96	116
C	1445	3	18/04/10	NÃO	6019	2,75	0	NA	NA
C	1506	3	21/03/10	SIM	7186	2,75	0,25	85	110
C	1525	3	06/04/10	NÃO	6184	2,75	0	150	NA
C	1530	3	03/04/10	SIM	6106	2,75	0	37	91
C	1542	3	10/03/10	SIM	6311	2,75	0,25	102	70
C	1544	3	31/03/10	NÃO	7612	2,75	0,25	70	NA
C	1555	3	10/03/10	NÃO	6975	2,75	0	91	NA
C	1568	3	30/03/10	NÃO	NA	2,75	NA	NA	NA
C	1605	2	15/02/10	NÃO	NA	2,75	0	NA	NA
C	1621	2	05/01/10	SIM	8448	2,75	0,5	94	117
C	1692	2	16/02/10	SIM	5073	2,75	0	95	151
C	1712	2	14/03/10	SIM	4948	2,75	0,25	129	123
C	1713	2	05/02/10	SIM	5695	2,75	0,25	60	147
C	1723	2	17/02/10	NÃO	NA	2,75	0	NA	NA
C	1730	2	10/02/10	NÃO	6135	2,75	0	181	NA
C	1761	2	23/02/10	SIM	6857	2,75	0,5	113	144
C	1764	2	07/03/10	SIM	6326	2,75	0	NA	142
C	1786	2	19/03/10	SIM	4380	2,75	0	NA	47
C	1789	2	21/02/10	SIM	4129	2,75	0	115	156
C	1791	2	18/03/10	NÃO	4871	2,75	0	71	NA
C	1797	2	01/04/10	SIM	NA	2,75	0	199	121
C	1820	1	11/02/10	SIM	5081	2,75	0	72	185
C	1841	2	16/02/10	SIM	5520	2,75	0	73	160
C	1850	1	29/01/10	NÃO	5747	2,75	0	76	NA
C	1852	1	01/04/10	SIM	6178	2,75	0	94	104
C	1853	1	06/02/10	SIM	7125	2,75	0,25	42	165
C	1859	1	31/01/10	NÃO	NA	2,75	0,25	100	NA
C	1860	1	29/01/10	SIM	6824	2,75	0,5	105	105
C	1871	1	29/01/10	SIM	6201	2,75	0	94	94
C	1877	1	30/01/10	SIM	6159	2,75	0	107	107
C	1887	1	11/03/10	SIM	4957	2,75	0	63	63
C	1888	1	05/02/10	SIM	5958	2,75	0	99	99
C	1889	1	14/02/10	SIM	5208	2,75	0	80	177
C	1895	1	24/01/10	SIM	5796	2,75	0	105	105
C	1918	1	11/03/10	SIM	4097	2,75	0	57	123
C	1924	1	27/02/10	SIM	4927	2,75	0	71	152
C	1926	1	22/02/10	SIM	4533	2,75	0	78	95
C	1933	1	25/02/10	SIM	5181	2,75	0	76	76
C	1944	1	18/02/10	SIM	4751	2,75	0	88	88
C	131	4	16/03/10	SIM	5951	3	0	55	130
C	140	5	17/02/10	SIM	6449	3	0,25	75	92
C	251	3	16/03/10	NÃO	6134	3	0,75	90	NA
C	379	4	18/03/10	NÃO	6244	3	0,25	87	NA
C	387	4	18/02/10	NÃO	6362	3	0,25	78	NA
C	395	3	30/01/10	SIM	7423	3	0	89	89

C	436	3	17/03/10	SIM	7785	3	0,25	76	119
C	482	3	05/02/10	SIM	6457	3	0,25	94	94
C	487	3	22/02/10	NÃO	8351	3	0,5	91	NA
C	510	2	30/01/10	SIM	8946	3	0,25	100	100
C	630	2	03/03/10	NÃO	6360	3	0	67	NA
C	677	2	11/02/10	SIM	5375	3	0	95	95
C	994	7	17/02/10	SIM	8233	3	0	86	108
C	1532	3	05/02/10	SIM	5245	3	0	42	145
C	1607	3	04/04/10	NÃO	5939	3	0,5	NA	NA
C	1643	2	08/03/10	SIM	7017	3	0,25	189	131
C	1737	2	18/02/10	SIM	4838	3	0,25	103	84
C	1870	1	25/01/10	NÃO	5856	3	0,25	108	NA
C	1875	1	22/02/10	SIM	5491	3	0,25	78	78
C	1876	1	11/02/10	NÃO	6435	3	0	NA	NA
C	1819	1	08/03/10	SIM	5887	3,25	0,25	48	82
C	459	4	14/03/10	SIM	7532	3,5	0,5	65	65
C	16	4	28/10/09	SIM	7348	NA	NA	212	284
C	76	5	05/01/10	NÃO	8744	NA	NA	117	NA
C	80	4	22/11/09	SIM	NA	NA	NA	181	181
C	143	4	30/11/09	SIM	6235	NA	NA	229	246
C	197	4	28/10/09	NÃO	7696	NA	NA	241	NA
C	210	3	26/10/09	SIM	8785	NA	NA	206	272
C	212	2	26/10/09	SIM	9937	NA	NA	192	192
C	217	3	10/08/09	SIM	9677	NA	NA	NA	NA
C	329	2	28/10/09	SIM	7784	NA	NA	NA	NA
C	359	3	28/10/09	SIM	7605	NA	NA	183	183
C	362	4	06/11/09	NÃO	8529	NA	NA	196	NA
C	376	4	11/12/09	SIM	9138	NA	NA	153	174
C	483	3	16/12/09	NÃO	9293	NA	NA	158	NA
C	500	3	17/10/09	SIM	6198	NA	NA	210	229
C	566	2	28/10/09	SIM	6968	NA	NA	208	243
C	599	3	27/10/09	SIM	5574	NA	NA	188	188
C	600	2	09/11/09	SIM	7257	NA	NA	197	210
C	637	3	04/09/09	NÃO	8619	NA	NA	NA	NA
C	1515	3	14/12/09	SIM	10253	NA	NA	89	172
C	1599	2	28/11/09	SIM	6726	NA	NA	74	NA
C	1640	2	01/11/09	NÃO	NA	NA	NA	117	NA
C	1714	1	30/10/09	SIM	5910	NA	NA	85	200
C	1749	1	19/02/09	SIM	4901	NA	NA	83	463
C	1762	1	28/10/09	SIM	5849	NA	NA	98	NA
C	1766	1	18/10/09	SIM	7189	NA	NA	74	NA
C	1785	1	05/11/09	SIM	7527	NA	NA	418	NA
C	1794	1	20/10/09	NÃO	7874	NA	NA	50	NA
D	909	6	20/01/10	SIM	6919	2,25	0,25	78	78
D	615	2	22/11/09	SIM	6286	2,75	0	101	180
D	16	6	13/01/10	SIM	8141	3	0,25	50	59
D	382	6	31/05/10	SIM	9694	3	0,5	NA	15
D	480	4	18/02/10	SIM	7937	3	0,5	95	95

D	501	3	08/05/09	SIM	5885	3	0,5	294	294
D	550	3	13/02/10	SIM	8172	3	0,5	54	54
D	572	2	18/01/10	SIM	8761	3	0,5	80	98
D	580	2	16/01/10	SIM	7186	3	0,5	77	87
D	584	2	31/01/10	SIM	7451	3	0,5	60	79
D	672	1	25/02/10	SIM	6500	3	0	37	74
D	17	9	18/02/10	SIM	7337	3,25	0,75	47	116
D	470	4	12/05/10	SIM	8746	3,25	0,5	37	37
D	471	4	15/05/10	SIM	6821	3,25	0,75	53	106
D	478	4	18/01/10	SIM	11463	3,25	0,75	44	153
D	486	4	16/11/09	SIM	9386	3,25	0,5	101	207
D	539	3	01/05/10	SIM	8457	3,25	0,5	36	119
D	540	2	28/05/09	SIM	6248	3,25	0,75	299	299
D	543	3	NA	NÃO	5492	3,25	0,75	42	NA
D	552	3	16/01/10	SIM	7142	3,25	0,25	51	51
D	555	3	04/01/10	SIM	7645	3,25	0,5	59	97
D	577	2	13/11/09	SIM	7233	3,25	0,5	110	145
D	669	1	24/02/10	SIM	4218	3,25	0,25	41	41
D	727	1	NA	NÃO	5156	3,25	0	21	NA
D	467	3	26/01/10	SIM	9236	3,5	0,75	48	159
D	900	6	03/02/10	SIM	7097	3,5	0,75	62	114
D	420	5	27/12/09	SIM	9465	3,75	1	56	56
D	536	3	13/02/10	SIM	10657	4	1,25	50	50
D	980	6	09/02/10	SIM	6825	4	0,5	34	60
D	530	2	12/05/10	SIM	8611	4,25	1,5	30	43
D	24	7	NA	NÃO	8589	NA	NA	99	NA
D	368	6	30/10/09	SIM	9529	NA	NA	168	305
D	378	3	NA	NÃO	7471	NA	NA	281	NA
D	388	5	NA	NÃO	9350	NA	NA	74	NA
D	398	5	11/04/10	SIM	7093	NA	NA	45	91
D	412	5	02/04/10	SIM	8278	NA	NA	77	104
D	435	5	04/12/09	SIM	6811	NA	NA	62	62
D	444	3	NA	NÃO	8891	NA	NA	124	NA
D	512	4	11/06/10	SIM	8125	NA	NA	61	84
D	521	3	25/04/10	SIM	10900	NA	NA	43	57
D	522	2	NA	NÃO	9285	NA	NA	418	NA
D	528	2	16/12/09	SIM	9458	NA	NA	89	220
D	541	3	09/12/09	SIM	7345	NA	NA	57	68
D	545	2	18/02/09	SIM	NA	NA	NA	342	362
D	583	1	21/01/09	SIM	7121	NA	NA	376	502
D	592	2	05/04/10	SIM	9161	NA	NA	51	137
D	593	2	13/02/10	SIM	6396	NA	NA	48	95
D	594	5	13/04/10	SIM	6945	NA	NA	70	131
D	616	5	04/11/09	SIM	9900	NA	NA	116	116
D	624	2	21/02/10	SIM	5666	NA	NA	68	91
D	642	1	09/10/09	SIM	6457	NA	NA	150	170
D	643	1	10/12/09	SIM	5588	NA	NA	84	84
D	646	1	11/12/09	SIM	5966	NA	NA	100	136

D	653	1	27/12/09	SIM	6625	NA	NA	84	101
D	661	1	31/01/10	SIM	8020	NA	NA	79	161
D	670	1	27/03/10	SIM	6063	NA	NA	58	76
D	673	1	07/04/10	SIM	6406	NA	NA	44	44
D	674	1	25/03/10	SIM	6162	NA	NA	49	49
D	678	1	16/01/10	SIM	6482	NA	NA	51	95
D	680	1	21/03/10	SIM	4790	NA	NA	73	95
D	707	1	27/03/10	SIM	4671	NA	NA	43	86
D	726	7	30/11/09	SIM	NA	NA	NA	57	57
D	731	7	14/03/10	SIM	8226	NA	NA	39	70
D	910	7	06/07/09	SIM	6342	NA	NA	240	353
D	932	5	16/03/10	SIM	10355	NA	NA	91	126
D	0756A	4	NA	NÃO	NA	NA	NA	171	NA

EXP: exploração; ID: identificação da vaca; Lact: número de lactações; Data_partoant: data do parto anterior; 305 DEL: produção leiteira nos 305 dias em leite (litros); CCC_parto: condição corporal na altura do parto anterior; CCC_loss: perda máxima de condição corporal após o parto; IP1S: intervalo parto – 1º serviço; IPC: intervalo parto-concepção; NA: não disponível.